Baukunde

oder

Architektonische Constructions-Lehre

von

J. D. W. E. Engelhard.

Vorrede.

Die Kenntniß der Bauconstruction, d. i. der Art und Weise wie Gebäude dauerhaft aufzuführen und im Stande zu erhalten sind, ist der Grund und Anfang alles architektonischen Wissens, ohne dieselbe ist die Erfindung und Aufführung eines vollkommnen oder auch nur eines tauglichen Gebäudes unmöglich, und auch derjenige Baukünstler, welcher die Verzierung der Gebäude ausschließlich zu seinem Geschäft gemacht hat, muß sich eine gründliche Kenntniß der Technik der Baukunst zu eigen gemacht haben, wenn er nicht der Gefahr, Ungereimtes zu erfinden und anzuordnen und Undauerhaftes auszuführen, ausgesetzt sein will.

Die Geschichte der Baukunst gibt Beispiele, daß an der Klippe einer solchen Unkenntniß Künstler von den ausgezeichnetsten Talenten scheiterten, während durch eine vorzügliche Geschicklichkeit in der Construction unbekannte Männer große Erfolge errangen und berühmt wurden.

Der römische Bildhauer, Maler und Architekt Bernini und der florentinische Bildhauer und Architekt Brunelleschi sind solche Beispiele verschiedener Art.

Königs Ludwig des Vierzehnten von Frankreich bekannter Minister Colbert, der zugleich Oberintendant der Krongebäude war, hatte die Absicht, seine Verwaltung durch die Vollendung des Louvre auszuzeichnen, welches Gebäude von Franz dem Ersten angefangen und von dessen Nachfolgern nicht beendigt worden war.

Damals stand schon der Flügel des Louvre längs der Seine, welcher das alte Louvre genannt wird, den unter Mazarini's Ministerium Le Vau, der damalige erste Architekt des Königs, erbauet hatte und es war nur noch die

Haupteingangsseite auszuführen, von der auch die Fundamente gelegt waren, sowie die oberen Stockwerke des größten Theiles der den inneren Hof umgebenden Gebäude noch fertig zu bauen waren.

Colbert war mit dem, was Le Vau hatte ausführen lassen, nicht zufrieden und hatte deßhalb Männer von Geschmack und die vorzüglichsten Künstler eingeladen, nicht nur ihre Meinung zu äußern, sondern selbst Projecte einzuliefern, indem er zugleich versprach, daß die glücklichste Idee, welche auch die für das Residenzschloß der Könige von Frankreich geziemende Pracht und Majestät darstellen würde, ausgeführt werden sollte.

Die Verzierung des Aufrisses, welchen Le Vau projectirt hatte, wurde sehr kritisirt, man warf derselben vor, sie sei alltäglich und ohne Würde, sie hätte zu wenig Hervortretendes, der Haupteingang wurde allgemein zu klein und unbedeutend für ein solches Bauwerk gefunden.

Unter den Projecten, die zum Wetteifer mit dem Plan von Le Vau ausgestellt waren, befand sich auch eins von Claude Perrault, einem gelehrten Arzt und Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Paris, der sich nicht genannt hatte; dieses Project war mit einer Colonnade gleich derjenigen, welche ausgeführt worden ist, verziert. Alle Kenner waren über die Schönheit dieses Gedankens erstaunt und man erschöpfte sich in Vermuthungen über den Urheber desselben, da man niemand kannte, der mit so viel Würde erfinden und mit so viel Geschmack zeichnen könnte.

Indessen hatte Colbert Copieen von dem Projecte Le Vau's nach Italien gesendet und die italienischen Architekten ebensowohl eingeladen, ihre Meinung zu äußern und Zeichnungen zu der Eingangsseite des Louvre einzureichen. Der größte Theil der Projecte, welche die Italiener vorlegten, wurde aber sehr mittelmäßig befunden, mit Ausnahme desjenigen des Ritter Bernini, eines Künstlers, dessen Talente man fast denen von Michel Angelo gleichsetzte und der durch viele bedeutende Bildhauerarbeiten und Gebäude, womit er Rom verschönert hatte, berühmt geworden war. Colbert empfahl denselben Ludwig dem Vierzehnten als den einzigen Mann, der fähig wäre, seine Absichten zu erfüllen, der König beschloß deßhalb, ihn nach Frankreich zu berufen, um ihm die Vollendung des Louvre aufzutragen und ließ ihn dazu durch einen in den schmeichelhaftesten Ausdrücken abgefaßten und von ihm selbst unterzeichneten Brief einladen.

Man sendete zugleich ein Schreiben an den Papst, so wie an den Cardinal Chigi, um die Genehmigung zu Bernini's Reise zu erlangen, und als Herr

Leon Créqui, der französische Gesandte zu Rom, sich bei dem Papste, begleitet von einem zahlreichen Gefolge beurlaubt hatte, begab er sich mit gleichem Gefolge zu dem Ritter Bernini, um denselben im Namen des Königs feierlich nach Paris einzuladen.

Niemals hat ein Architekt größere Ehrenbezeugungen empfangen. Man behandelte ihn auf seiner Reise in der That wie einen Mann, der Frankreich durch seine Gegenwart ehre.

In allen Städten, durch welche er reisete, mußten die Magistrate ihm Geschenke überreichen und ihn bewillkomnen. Die Stadt Lyon, welche diese Ehrenbezeugung nur allein Prinzen von Geblüte erweiset, schloß sich diesesmal nicht von den andern Städten aus. Auf dem Reiseweg hatte man Hofoffizianten angestellt, um für Bernini's Tafel zu sorgen. Am Tage seiner Ankunft endlich wurde Herr von Chantelou, Haushofmeister des Königs, ihm bis nach Juvisi vier Stunden von Paris, entgegen gesendet.

Der Ritter Bernini wurde in Paris in einem Hotel einlogirt, das der Intendant der Kronmobilien für ihn hatte möbliren lassen und man richtete einen ganzen Haushalt zu seiner Bedienung ein. Er wurde dem König am 4. Juni 1665 vorgestellt und von demselben mit vieler Auszeichnung empfangen; seine Risse wurden von dem Könige genehmigt und man machte Anstalt, die Fundamente zu der Vorderseite des Haupteinganges des Louvre zu legen.

Indessen gerieth Bernini gleich beim Anfange in einige Zwistigkeiten, welche ihm das Zutrauen der vorzüglichsten Werkmeister entfremdeten. Er verlangte, daß man die rohen Bruchsteine in den Fundamenten durcheinander aufschütten und mit Mörtel ausfüllen sollte, ohne sich die Mühe zu geben, sie in einander zu passen und wagerecht zu legen: ein Verfahren, das in Italien gelingt, weil man Puzzolana zu dem Mörtel nimmt. Er verlangte auch, daß man die Bruchsteine vor ihrer Verwendung in das Wasser legen sollte; und da man ihm Vorstellungen wegen der Unzuverläßigkeit einer solchen Bauart machte, so behandelte er die Werkmeister wie Unwissende, die nichts vom Bauen verständen, so daß, um den Streit zu schlichten, beschlossen wurde, zwei verschiedene Constructionsmethoden auf einem leeren Platz, wo jetzt das Gebäude der Lehranstalt der vier Nationen steht, zu versuchen. Der Ritter Bernini ließ durch italienische Maurer ein Gewölbe aufführen, das von zwei Mauern, die sechs Fuß hoch waren, getragen wurde, die nach seiner Absicht mit durcheinander geworfenen Bruchsteinen gegründet waren; die französischen Arbeiter hatten dagegen ein gleiches Gewölbe aber auf Mauern, die nach der in Frankreich

üblichen Weise fundamentirt waren, erbauet. Beim ersten Thauwetter fiel das Gewölbe der Italiener zusammen, während das andere sich nicht veränderte.

Dieses Mißlingen und andere schon bei der Fundamentirung des Louvre gemachte Constructionsfehler verminderten die hohe Meinung, die man im Publicum von Bernini's Fähigkeiten gefaßt hatte.

Indessen wollte Colbert nicht zu erkennen geben, daß er sich in seiner Wahl geirrt habe und äußerte sich stets günstig über Bernini. Es erregte daher allgemeine Verwunderung, als Bernini, nachdem der Grundstein gelegt war, unter dem Vorwand, daß er den kalten Winter in Frankreich nicht ertragen könne, nach Italien zurück wollte, wohin er auch, von dem Könige sehr reichlich beschenkt, abreisete.

Nach seiner Abreise wurde der größte Tadel über sein Projekt laut, dem man auch vorwarf, daß es nach seiner Anordnung an der inneren üblichen Bequemlichkeit fehlen würde.

Colbert veranlaßte nun, daß Claude Perault's Projekt im Modelle ausgeführt wurde, und man sagte damals, als man hörte, daß der Minister geneigt sei, dasselbe ausführen zu lassen, die Architektur in Frankreich müsse sehr krank geworden sein, weil man einen Arzt zu Hülfe gerufen habe.

Der König befahl die Ausführung von Claude Perault's Projekt und es wurde demselben, um sich hinsichtlich der Construction, die äußerst schwierig schien, keiner Gefahr auszusetzen, der erste königliche Architekt Le Vau und der erste königliche Maler Lebrun, der auch Architektur verstand, beigegeben.

Diese erklärten aber wiederholt, daß Claude Perault's Projekt unausführbar sei, weil die Colonnade zu viel Tiefe hätte. Hierauf ließ Perault ein Modell im zwölften Theil der Größe des wirklichen Maßstabes machen, wodurch er die Ausführbarkeit dieser Colonnaden-Construction so deutlich vor Augen stellte, daß solche niemand mehr bezweifeln konnte.

So erlangte Claude Perault den Sieg, sein Projekt wurde von ihm ausgeführt und gehört zu den berühmtesten Produktionen der französischen Architektur. Gewiß verdankte er diesen Erfolg der nachgewiesenen Constructionsfähigkeit, denn eigentlich ist das architektonische Verdienst seiner Composition so sehr groß nicht, es ist eben eigentlich nur eine schöne Colonnade; die innere Einrichtung der von ihm erbaueten Theile des Louvre verräth wenig Erfindungsgabe und selbst die äußere Erscheinung der Colonnadenaufrisse war nicht ohne störende Fehler, wohin besonders die Unterbrechung der Colonnade in der Mitte durch den großen Bogen über dem Eingange gehörte,

welche erst unter Napoleons Regierung durch dessen Architekten Percier und Fontaine sehr glücklich verbessert wurde, deren Talenten auch ein beträchtlicher Theil des Innern des Louvre, namentlich derjenige, welcher Napoleons Museum bildete, seine Auszierung verdankte, die ebenso wie die schöne damals erbauete Treppe eine Nachahmung des Museums von den Päpsten Pius und Clemens im Vaticane in Rom sind. In der That zeigen die noch vorhandenen Risse von Bernini's Projekt viel größere architektonische Talente, wie Peraults Erfindung, aber das Mißtrauen gegen Bernini's Constructionsgeschicklichkeit gegenüber der von Perault nachgewiesenen Fähigkeit, mußte jenen unterliegen machen.

Die von Arnolph von Lapo (nach andern Arnolfo di Cambio) im Jahre 1296 gegründete, aber nicht vollendete, Domkirche St. Maria del Fiore in Florenz entbehrte im Anfange des fünfzehnten Jahrhunderts noch einer Ueberdeckung des achtkantigen mittleren Raumes, und man hatte im Jahre 1407 in Florenz eine Versammlung von Architekten und Ingenieuren berufen, um sich über die Art und Weise, wie dieser (im Durchmesser um und bei 42 Meter) haltende Raum zu überwölben sei, zu berathen, da man die Zeichnung Arnolphs für unausführbar hielt. Brunelleschi gehörte zu dieser Versammlung und man hatte seine Grundidee zu diesem Werke als gut anerkannt und auszuführen angefangen, ohne ihm die Ausführung ganz zu übertragen. Er war deßhalb nach Rom gereiset und schien sich nicht weiter um die Sache zu bekümmern.

Man rief ihn von Rom zurück, um über die weitere Construction Auskunft zu geben, welche den florentinischen Werkmeistern und Maurern unmöglich schien. Da nun aber Brunelleschi sah, daß man seine Kenntnisse und Einsichten wohl benutzen, ihm aber nicht das Werk ganz übertragen wolle, so rieth er, man möchte nicht allein florentinische und italienische Baukünstler, sondern auch französische, deutsche und andere Architekten zur Berathung nach Florenz kommen lassen, welches auch im Jahre 1420 geschah, wo sich französische, deutsche, englische und spanische Architekten in Florenz einfanden und mit den florentinischen zu einer Versammlung vereinigten.

Nachdem nun dieselben die mannigfaltigsten, mitunter auch sehr seltsame Vorschläge gemacht hatten, trat Brunelleschi auf und schilderte seine Ideen wie er das schwierige Werk zu vollführen gedenke. Diese wichen so sehr von allen gewöhnlichen Constructionsmethoden ab, daß man sie nach ihrer allgemeinen Darstellung für widersinnig hielt und Brunelleschi, als er sich ereiferte und auf seiner Meinung bestand, mit Gewalt aus der Versammlung entfernte.

Indessen wußte die Versammlung nichts Besseres anzugeben, Brunelleschi

gelang es dagegen, einzelne einflußreiche Personen von der Ausführbarkeit seines Projektes zu überzeugen, so daß man ihm endlich die Ausführung jedoch gemeinschaftlich mit Lorenzo Ghiberti, dem bekannten trefflichen Bildhauer, der aber im Bauwesen keine Erfahrung hatte, übertrug. Was Ghiberti dirigirte, mißlang, während die Ausführungen Brunelleschi's durch ihre sinnreiche Angabe und verständige Bewirkung allgemeine Bewunderung erregten.

Nun stellte Brunelleschi seine speciellen Zeichnungen und Modelle auf, wodurch er sein Projekt vollkommen rechtfertigte, die alleinige Ausführung erhielt und dieselbe auch im Jahr 1444 rühmlichst vollendete.

Inhaltsverzeichniß.

Erster Abschnitt.

Vorbereitungsarbeiten zum Bauen.

Zweiter Abschnitt.

Mauerwerk im Allgemeinen.

Dritter Abschnitt.

Die verschiedenen Anwendungen des Mauerwerks zu dessen Zwecken.

Vierter Abschnitt.

System der Gewölbeconstructionen.

Fünfter Abschnitt.

Gegliederte und gemusterte Arbeiten von Stein.

Sechster Abschnitt.

Unterhaltung und Ausbesserung von Maurerarbeiten aller Art.

Siebenter Abschnitt.

Holzarbeiten im Allgemeinen.

Achter Abschnitt.

Zimmerarbeiten.

Neunter Abschnitt.

Schreinerarbeit.

Zehnter Abschnitt.

Von verschiedenen Holzarbeiten beim Bauwesen, die nicht in den Bereich der Zimmerarbeit und Schreinerarbeit gehören.

Eilfter Abschnitt.

Unterhaltung und Herstellung von Holzarbeiten.

Zwölfter Abschnitt.

Metallarbeiten im Allgemeinen.

Dreizehnter Abschnitt.

Schmiedearbeiten.

Vierzehnter Abschnitt.

Schlosserarbeiten.

Fünfzehnter Abschnitt.

Blechschmiede- und Kupferschmiedearbeiten.

Sechszehnter Abschnitt.

Cäment-, Stuccatur- und Kittarbeiten.

Erster Abschnitt.

Vorbereitungsarbeiten zum Bauen.

Erstes Kapitel.

Untersuchung und Kenntniß des Baugrundes.

Vitruv *) lehrt, daß man wo möglich die Fundamentgraben so tief machen solle, bis man den festen Grund erreicht habe, wenn dieser aber nicht zu finden wäre, sei es nun, daß derselbe auch in der Tiefe aufgefüllt oder sumpfig bliebe, so solle man ihn ausgraben und sodann mit Pfählen von Erlen, Oelbäumen, oder Steineichen, welche angebrannt und durch Schwellen dicht verbunden, die Zwischenräume der Pfähle aber mit Kohlen ausgefüllt würden, befestigen.

Dieses System ist fast in allen Zeiten befolgt worden. — Eine tiefe Ausgrabung in festem Grund ist unnöthig. Belidor **) sagt hierüber, daß in keinem Fall tiefe Fundamente von Nutzen sein könnten, denn entweder wäre der Grund fest und gut, oder locker und schlecht, im ersten Falle könne man ohne tiefes Fundament sicher bauen, im letzten Fall wäre doch kein anderes Mittel, wenn man auch noch so tief eingrübe, als Roste oder Pfahlwerke zu machen. Wenn der Grund nur in mittelmäßiger Tiefe gut, tiefer aber schlecht wäre, so könnte man doch sicher darauf bauen, wenn gleich das Fundament flach, aber aus lauter guten wohl zusammenverbundenen Steinen gemacht werde; er führt, dieses zu belegen, mehrere Beispiele von ansehnlichen Gebäuden in Paris an, die auf einem sehr schlechten Boden stehen und ein flaches, aber breites Fundament hätten, besonders die Kirche Notre Dame zu Paris.

Patte ***) ist gleicher Meinung und sagt, daß die gothischen Architekten, (d. h. die Architekten der Spitzbogengewölbe-Bauart), wenn sie eine Cathedralkirche mit zwei Thürmen baueten, nicht allein ein massives durchgehendes Fundament unter jedem Thurme machten, sondern auch den Raum zwischen den Thürmen mit Fundamentmauern ausfüllten, so wie in dieser Bauart alle äußere Mauern breite Fundamente hätten, deren Breiten nach unten zunähmen.

---

*) Vitruvii Pollionis de Architectura libri decem. Lib. I. cap. V. Lib. III. cap. III.

**) Science des Ingenieurs, Paris 1729. Lib. III. pag. 63.

***) Memoires sur les objets les plus importans de l'Architecture, chap. 4.

Der im Jahre 1364 im Bau begonnene St. Martins-Kirchthurm in Cassel, welcher nirgends gewichen ist, noch einigen Mangel im Mauerwerk zeigt, ist unten 34 Fuß *) im Quadrat lang und breit und zwischen Fundament und Dach im Mauerwerk 152 Fuß, bis an den Knopf aber 181 Fuß hoch. Die Fundamentmauer unter demselben ist 5½ Fuß hoch und nur 1 Fuß tief in dem sogenannten gewachsenen Lehmboden ohne Sohlwerk gegründet. Der Vorsprung der Fundamentmauern vor dem Sockel des Thurmes ist nur 3 Fuß, die Eckpfeiler von diesem Sockel springen über Erde 5 Fuß 2 Zoll im Fundament aber wieder um 5 Fuß 2 Zoll, also überhaupt 10 Fuß 2 Zoll vor. Der Grund ist Lehm, welcher je tiefer desto sandiger und feuchter wird **). Darf man von benachbarten tiefen Untersuchungen schließen, so ist die Lage des gewachsenen oder richtiger gesagt aufgeschwemmten Lehms nur etwa zwanzig bis dreißig Fuß mächtig und unter derselben befindet sich eine Lage Triebsand mit starken Sandsteingeschieben, in welcher vieles Grundwasser fließt, während unter diesen Sandsteingeschieben eine sehr mächtige Lage von trocknem und felsenfestem, verhärtetem Thon, der einen blätterigen Bruch hat, sich befindet, welcher ein vortrefflicher Baugrund ist.

Der übelste Baugrund ist ein aufgefüllter Boden. Der morastige Grund ist nicht weniger nachgiebig, allein er ist doch, wenn er von der Natur gebildet ist, gleichförmig und einige an verschiedenen Stellen desselben zu machende tiefe Sonden desselben genügen, wenn sie ein gleichförmiges Resultat geben, um eine Gründung mit liegendem oder, wenn ich mich so ausdrücken darf, schwimmendem Sohlwerke wagen zu können. Dergleichen Sonden werden am besten durch brunnenartige Eingrabungen, die mit Bohlen auszusetzen und zu sprießen sind, gemacht. Sie werden mit einer oder mehreren Pumpen zur Wegschaffung des Grundwassers versehen. Der Gebrauch des Erdbohrers kann keine hinreichende Resultate geben und Irrthümer sind dabei, besonders bei aufgefülltem Boden, allzu leicht möglich. Dieser letztere ist aber der gefährlichste Baugrund, weil er nahe bei einander höchst verschieden sein kann und Aufgrabungen an einzelnen Stellen keine sichere Kenntniß von seiner Beschaffenheit geben können. Unter demselben können Felsen und Abgründe wechseln und noch eine Menge Hindernisse, die durch Menschenhände entstanden sind, vorkommen, wohin alte Mauern, Brunnen, alte Canäle u. s. w. gehören, welche oft die größten Schwierigkeiten in den Weg legen und ist wohl zu überlegen, ob, wenn dergleichen aufgefüllter Baugrund in so beträchtlicher Tiefe vorkommt, daß dessen Ausgrabung bis auf festen Grund unverhältnißmäßige Kosten zu der Wichtigkeit des Ortes und Gebäudes veranlassen würden, es nicht vorzuziehen sein möchte, einen solchen Bauplatz zu verlassen und einen andern zu wählen, als auf demselben einen Grundbau mit Pfahlwerk zu unternehmen, dessen Resultat immer unvollkommen sein wird.

Es ist daher von großer Wichtigkeit für den Architekten, den aufgefüllten Baugrund von sogenanntem gewachsenen Grund unterscheiden zu können, und wenn schon dieses auf dem vollkommensten Weg nur durch das Studium der Mineralogie und Geognosie erlernt werden kann, so giebt es doch auch einige empirische Kennzeichen, welche meistens genügen, wovon das wesentlichste ist, daß der gewachsene Baugrund niemals Beimischungen von Dingen, welche dem

---

*) Cassler Werkmaaß. Der Cassler Werkschuh ist eilf rheinländische Zoll groß.

**) Ich entlehne diese Nachrichten aus handschriftlichen, hier noch öfters zu erwähnenden Memoiren des Raths und Baudirectors Prizier, der in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts wirkte und von dem diese Denkschriften auf mich, den Urenkel Prizier's, vererbt sind.

Hauptbestandtheil des Bodens völlig heterogen sind, als z. B. Abgänge von Steinarten anderer Gattung, Splittern von Holz und andern Gegenständen, die durch Menschenhände entstanden sind, enthalten kann, die sich in dem aufgefüllten Grund leicht vorfinden. Dahin gehören z. B. kleine Stückchen von Ziegeln, Nägel, Abgänge von Werkzeugen, Stückchen Mörtel u. dgl.

Die genannten heterogenen Stoffe werden besonders bei Lagen von Lehm und Thon Auskunft geben. Bei steinigem Grund ergibt sich der unveränderte natürliche Zustand derselben leichter daraus, daß der Bruch, in dem die Steinart gewöhnlich sich lagert, ungestört vorkommt.

Ich habe oben ein Beispiel angeführt, daß selbst ein beträchtlich hoher Thurm auf gewachsenem Lehm ohne Sohlwerk feststeht, indessen dürfte dieses nicht von der allgemeinsten Anwendung sein; es kommt darauf an, was sich weiter unter solchen Lehmlagen befindet, und selbst die Beschaffenheit des Bodens unter dem St. Martinsthurm machte die Erbauung desselben auf dieser Lehmlage zu einem Wagniß, welches der benachbarte sogenannte Druselthurm beweist. Die alte Stadtmauer, in welcher dieser Thurm stand, war über dem Fundament 23 Fuß hoch und $5\frac{1}{2}$ Fuß dick, deren Fundamentmauer nur 4 Fuß tief, ohne Vorsprung, und der Grund Lehm. Der Thurm ist rund, inwendig im Lichten 14 Fuß 4 Zoll weit und jede Seitenmauer 7 Fuß 4 Zoll dick, mithin die ganze Dicke einschließlich der Mauer im Durchmesser 29 Fuß, und die Höhe bis auf die Fahne 155 Fuß. Dieser Thurm ist nach der Altstadt zu gegen den davor liegenden Feuerteich $3\frac{1}{2}$ Fuß aus dem Lothe gewichen, welches ohne Zweifel geschehen ist, nachdem der Feuerteich so nahe und tiefer, als das Fundament des Thurmes ausgegraben worden ist. Er hat im Fundament nur 3 Fuß 2 Zoll Vorsprung. Die Tiefe dieses Fundamentes hat man aufzusuchen Bedenken getragen, weil der Thurm schon so stark aus dem Loth gewichen ist; es wird aber solche vermuthlich nicht über 5 Fuß sein. Dieser Thurm ist im Jahr 1415 erbaut und wahrscheinlich im Anfange nur so hoch als die Stadtmauer aufgeführt worden, weil sich auf dieser Höhe an einem Sturz über einer Lichtöffnung die Jahrzahl 1544 findet, als in welchem Jahr der Bau wieder angefangen worden sein mag, wo denn das erste Stück 129 Jahr geruhet hatte.

Man kann aus der Beschaffenheit dieses Thurmes die Lehre ziehen, daß, wenn die Gründung eines Gebäudes auf einen weichen, wenn schon gewachsenen Boden geschieht, die Umgebung des Gebäudes keinen Veränderungen, welche tiefe Ausgrabungen oder Abtragungen des Bodens mit sich bringen, unterworfen sein darf.

Felsen, die von einem Gestein oder einer Formation sind, welche einen blätterigen Bruch haben, sind der beste Baugrund, und desto besser, wenn die Richtung der Lagen sich der Horizontallinie nähert. Klüfte im Felsengrund müssen, wenn sie in die Fundamente treffen oder denselben nahe liegen, sorgfältig von der vegetabilischen Erde oder dem losen Gestein befreit werden, und die Fundamente sind darin mit vorzüglich großen Steinen und nicht zu starken Mörtelfugen auszumauern.

Bei Gründung im Wasser werden die Stellen, über denen die Fundamente aufgeführt werden sollen, mit Fangdämmen umgeben, und das Wasser wird mit Pumpen, Schöpfrädern und andern Wasserschöpfmaschinen hinweggeschafft. Es ist in diesem Falle nöthig, daß Tag und Nacht gepumpt werde, damit die Arbeit an den Fundamentmauern beim Beginnen des Tages keinen Aufschub leidet, auch damit das Wasser nicht sobald den noch ganz frischen Mörtel erreiche und, bevor derselbe gebunden hat, auflöse.

Besondere Vorsicht erfordert die Gründung eines neuen Gebäudes auf

Ruinen und alten Fundamenten, welche in Absicht auf ihre Festigkeit und zureichende Tiefe bis auf festen Grund genau untersucht werden müssen. Wird die Gründung theilweise auf alten Fundamenten, theilweise aber von Grund aus neu vorgenommen, so ist die größte Sorgfalt anzuwenden, daß sich die neuen Fundamente nicht setzen können, welches, da die alten Fundamente nicht zugleich sich senken, in dem neuen Gebäude Risse und Senkungen, ja selbst den Einsturz desselben hervorbringen muß. Die Fundamentgraben sind am besten alle von gleicher Tiefe, und es ist besser, wenn der feste Grund nicht wagerecht liegt, mit den Fundamentgraben an den höhern Stellen in den festen Grund einzuschneiden, als die Graben abzutreppen, weil eine aus dem Abtreppen entstehende ungleiche Höhe der Fundamente auch ungleiches Setzen derselben hervorbringen würde; machen aber ökonomische Rücksichten das Abtreppen nothwendig, so muß das Fundament um so mehr sorgfältig gemauert werden, und besonders auch eine Zeitlang ruhen, bevor die Mauern über die Erde aufgeführt werden, damit der Mörtel Zeit habe, zu erhärten.

Im Allgemeinen besteht eine Vorsichtsmaßregel bei der Gründung eines neuen Gebäudes darin, daß man die Fundamente, das Mauerwerk und die Keller der benachbarten Gebäude untersuche. Hierdurch läßt sich auch erfahren, wie tief man mit den Kellern gehen könne, ohne daß solche naß werden, und man muß sich hierbei genau erkundigen, inwiefern hierin temporäre Veränderungen stattfinden, da es bekannt ist, wie die Keller an manchen, selbst hoch liegenden Orten sich zu gewissen Jahreszeiten, ohne Verbindung mit einer Ueberschwemmung, mit Wasser füllen, während sie zu anderen Jahreszeiten trocken sind, Localumstände, die man durch Eingrabungen nicht unmittelbar erforschen kann.

Zweites Kapitel.

Absteckung der Gebäude.

Dieselbe geschieht mittelst des sogenannten Schnurgerüstes.

Zuerst werden die Ecken des Gebäudes mit Visirstangen abgesteckt, wobei man an der vordern Fronte den Anfang macht und, nachdem deren Linie festgestellt worden ist, die Seitenlinien nach dem Risse absteckt, indem man sich, wenn dieselben rechte Winkel mit der Frontlinie bilden, zur Auftragung dieser Winkel entweder großer rechtwinklichter, aus Latten zusammengesetzter Dreiecke bedient, oder auch den Winkel mit der Schnur schlägt, welches geschieht, indem man eine Schnur nach der Richtung der Frontlinie anspannt und eine andere von dem Scheitel des Winkels an quer durch zieht, alsdann aber auf dem einen Schenkel desselben 8 Fuß und auf dem andern 6 Fuß aufträgt, und nun die Schnur, welche die Seitenlinie bilden soll, so weit der Frontlinie nähert, daß die Entfernung der abgesteckten Punkte 10 Fuß beträgt.

Bilden die Seiten schiefe Winkel, so sind dieselben in den Rissen mit Chorden zu bestimmen und danach mit Schnuren aufzutragen, nach derselben Methode, wie die Auftragung des rechten Winkels geschah.

Krumme Linien werden abgesteckt, indem man nach dem Risse diejenigen

Punkte, aus denen solche construirt worden, aufträgt, daselbst Pfähle einschlagen läßt, und auf solchen Nägel anbringt, welche die Axen von Latten bilden, deren Ende die Bogenlinien bezeichnen.

Sind auf diese Weise alle Hauptpunkte des Gebäudes festgestellt, so wird das eigentliche Schnurgerüste in der Art gemacht, daß man um jede Ecke drei Pfähle weiter oder näher, je nachdem die Fundamente mehr oder weniger tief werden, in der Entfernung von einem oder mehreren Fußen von den zu machenden Fundamentgraben anbringen läßt, an welchen Latten in ungefähr paralleler Richtung mit den Seiten des Gebäudes angenagelt werden. Wenn es schon bei der Absteckung mit Visirstangen, wie bei jeder Auftragung von Maaßen, wesentlich war, solche in horizontaler Richtung vorzunehmen, so ist es noch besonders nöthig, daß die Latten des Schnurgerüstes alle in gleicher Höhe über dem Horizont liegen.

Ist dieses geschehen, so werden die Schnuren nach den Fundamentlinien über die Latten gezogen, und die Punkte, wo sie die Latten durchkreuzen, mit Einschnitten bezeichnet.

Hierauf werden als Proben für die Richtigkeit der Auftragung die Winkel nochmals, namentlich da, wo die Figur geschlossen worden, untersucht, eine Untersuchung, welche von Zeit zu Zeit wiederholt werden muß, um sich zu überzeugen, daß das Schnurgerüste keine Veränderung oder Beschädigung erlitten habe.

Das Verfahren beim Abstecken eines Gebäudes ist kein anderes, als das beim Auftragen einer geometrischen Figur auf dem Papier, nur daß man bei dem ersteren Cirkel und Lineal durch Schnuren und Richtscheite zu ersetzen wissen muß.

Drittes Kapitel.

Eintheilung der Arbeiter in Rotten; örtliche Anstellung derselben. Mechanisches der Arbeit, Gerüste und Werkzeuge.

Da Aufseher und Architekten nicht viele Arbeiter zugleich anweisen können, indem sonst häufig die Einen müssig stehen würden, während die Andern beschieden werden, da ferner die verschiedenen Stellen, wo die Erdarbeiten geschehen, auch Abtheilungen unter den Arbeitern nöthig machen, damit ein Jeder seinen angewiesenen Platz habe, so werden die Erdarbeiter in Rotten getheilt, so daß ungefähr 8 — 10 Mann eine Rotte bilden, mehr oder weniger, nach der Tiefe der Fundamentgraben und der Entfernung des Ortes, an den die ausgegrabene Erde zu transportiren ist. Jede Rotte hat also ihren Rottmeister, den die Aufseher und der Architekt bescheiden, und von dem, während er selbst mitarbeitet, die Arbeiter der Rotte beschieden und unmittelbar in Ordnung gehalten werden.

Es ist besonders bei einem größeren Bau sehr von Wichtigkeit, die Ausgrabungen am rechten Fleck anzufangen, um sich nicht selbst Hindernisse, namentlich bei dem Transport der Erde, in den Weg zu legen, und dieses wird am wenigsten der Fall sein, wenn man diejenigen Fundamentgraben, welche am

weitesten von dem Ort, an den die Erde transportirt wird, entfernt sind, zuerst macht und von da an dem Schuttplatz immer näher rückt. Daß hierbei der doppelte Transport der Erde möglichst vermieden und dieselbe, so weit thunlich, gleich an den Ort geschafft werde, wo sie liegen bleiben soll, versteht sich von selbst.

Der Beginn der Arbeit wird von einem Arbeiter mit der Kreuzhacke gemacht. Ein zweiter Arbeiter schaufelt die Erde in den Schubkarren, in welchem der Dritte solche nur so weit führt, als er in der Zeit, wo ein anderer Schubkarren geladen wird, fahren und zurückkehren kann. An dem Endpunkte seiner Fahrt findet er einen vierten Arbeiter mit einem leeren Karren, der diesen gegen den vollen Karren eintauscht und in der Art weiter schafft, daß er mit dem leeren Karren des fünften Arbeiters zurückgekehrt ist, wenn der dritte Arbeiter wieder an dem vorigen Ort mit einem vollen Karren eintrifft, und so geht der ausgegrabene Boden durch so viel Stationen weiter, bis er an den Ort kommt, an dem er bleiben soll. Auf diese Weise braucht nie einer von den zu der Rotte gehörigen Arbeitern müßig zu sein, und da alle gehindert sind, wenn Einer rastet, so treibt auch einer den andern. Ist aber der Ort, wohin der Schutt transportirt wird, beträchtlich weit entfernt, so ist es vortheilhaft, Pferde und Wagen anzuwenden, die man überhaupt, wo es thunlich ist, um des ökonomischen Vortheils willen an die Stelle von Menschenkräften setzt. Alsdann sind aber Wechselwagen nöthig: der erste Wagen fährt nur so weit, daß indessen ein anderer Wagen geladen werden kann und die abgeschirrten Pferde des ersten Wagen eben zurückkommen, wenn der zweite Wagen angefüllt ist u. s. w. Auf der letzten Station wird der Schutt vom Wagen gestürzt, und es befindet sich hier ein Arbeiter, der dieses besorgt, so wie die Vergleichung des abgeladenen, zu welchem Vergleiche auch bei dem Transport mit Schubkarren ein Arbeiter für einige Schubkarrenreihen an dem Schuttplatz angestellt wird. In den Fällen, wo der Weg für Schubkarren allzu beschwerlich ist, pflegt man sich auch der von Menschen gezogenen Sturzkarren zu bedienen. Auf Schubkarren transportirt man nicht leicht weiter als 1000 Fuß, und auf Sturzkarren, die von Menschen gezogen werden, nicht wohl weiter als 2000 Fuß, indem man bei weiterer Entfernung Pferdewagen anwendet. Indessen modifizirt sich dieses nach der Witterung, nach der Steigung der Transportbahn und nach den Lokalpreisen des Arbeitslohnes für Menschen und Pferde.

Statt des Systems des Transportes mit Wechselkarren wird häufig das System, mit Wechselrotten zu transportiren, angewendet. Eine Rotte von zehn bis zwanzig Mann, von denen jeder mit einer Hacke, einer Flachschippe und einem Schubkarren versehen ist, stellt sich in einer Reihe an einer Ausgrabung oder Abtragung an, jeder hackt los und schaufelt seinen Karren voll, dann fahren alle zusammen in einer Reihe weg und werden durch eine zweite Rotte abgelöst, die dasselbe thut, und an deren Stelle wieder die erste Rotte tritt, wenn sie vom Ausladen zurückkommt. An der Spitze beider Rotten steht der sie bescheidende Schichtmeister (oder besser Rottmeister), der nicht selbst mitarbeitet. Dieses System ist aber bei weitem unvollkommener, wie das vorbeschriebene. Uebrigens ist die Vorsorge für gangbare Wege auf und zunächst bei dem Bauplatz keine Nebensache. Das Ebnen des Platzes nimmt man, insofern derselbe einigermaßen gangbar ist, erst alsdann vor, wenn diejenigen Arbeiten, welche den Transport schwerer Lasten erfordern, beendigt sind, denn die Abtragung der hohen Stellen macht den Boden dem Eindringen der Feuchtigkeit zugänglicher, und aufgetragene Stellen würden bei eintretendem nassem Wetter durch Wagen und Schubkarren bald unzugängliche Moräste

werden. Ist der Boden des Bauplatzes bei anhaltendem Regenwetter erweicht und dadurch ungangbar, so legt man für die Schubkarren starke, etwa 2 Zoll dicke Bohlen, deren mehrere neben einander zugleich die Brücken über Fundamentgraben bilden müssen. Wird der Boden in Zugkarren und Erdwagen transportirt, so legt man für deren Spuren eiserne Schienen, oder man läßt hölzerne Spuren aus wohlfeilem Holz in der Art anfertigen, daß man Leisten, die einige Zoll breit und dick sind, wagerecht auf die Spurlinien der Räder legt, und an denselben hochkantige Leisten befestigt, um das Abweichen der Räder von der horizontalen Leiste zu verhindern, also an jede hochkantige Leiste eine aufrechte an die entgegengesetzte Seite.

Sind die Arbeiter beim Ausgraben so tief gekommen, daß sie den ausgegrabenen Boden mit der Flachschippe nicht mehr über sich werfen können, so wird von Bohlen ein einfaches Gerüste gemacht, auf welches der zweite Arbeiter die Erde schaufelt, und wohin nun einer der andern Arbeiter tritt, um die Erde von da höher zu werfen, und so entsteht jedesmal beim tieferen Eingraben ein neues Gerüste, wenn das letzte zu hoch geworden ist, um solches noch mit dem Aufschaufeln erreichen zu können. Noch ist zu bemerken, daß nach Beschaffenheit des Erdbodens nicht immer die Arbeit desjenigen, welcher hackt, und dessen, welcher schaufelt, gleich sein kann, es deßhalb nöthig ist, daß derselbe von Zeit zu Zeit abgelöst, auch daß ihm Hülfe gegeben werde.

Ist der Erdboden, der die Ufer der Fundamentgräben bildet, von sehr lockerer Beschaffenheit, und dieses wird meistentheils der Fall sein, denn sonst würde derselbe nicht ausgegraben, so müssen die Seiten der Gräben gesprießt werden, indem solche zugleich nach ihrer mehr oder weniger lockeren Beschaffenheit ganz oder zum Theil mit Bohlen bekleidet werden müssen.

Je tiefer die Fundamentgräben sind, desto mehr ist es nöthig, daß deren Ufer einige Böschung erhalten, um die Gefahr des Zusammenrutschens derselben, die bei recht lockerem Boden durch das Sprießen nicht ganz aufgehoben werden kann, zu vermeiden. Am schwierigsten aber wird das Fundamentgraben, wenn der Boden, wie z. B. bei Triebsand, in der Tiefe so schlammig wird, daß derselbe, gleichsam flüssig wie Quecksilber geworden, weder auf der Schaufel bleibt, noch auch mit Eimern geschöpft werden kann, und also auch nicht hinter der Sprießung bleibt. In diesem Fall gilt es Muth und Entschlossenheit: die Arbeiter müssen bei augenscheinlicher, nicht ganz aufzuhebender Gefahr, tief im Schlamm stehend, mit der größten Thätigkeit arbeiten, und sobald die Sohle des Graben erreicht ist, müssen sofort die Maurer eintreten.

Viertes Kapitel.

Terrassiren.

So nennt man die regelmäßigen Auffüllungen von Erdboden und Schutt in höheren und niederen Dämmen oder auch an Ufern und Bergabhängen, welche Auffüllungen stets mehr oder weniger Böschung haben müssen, und zwar um so mehr, je geringer die Cohäsion der Theile des aufzufüllenden Bodens ist.

Der Ingenieur Mayniel hat in seiner Abhandlung über den Druck der

Erdarten Erfahrungen, die er zu Alexandrien im Jahr 1805 und zu Juliers in den Jahren 1806 und 1807 machte, angegeben, aus denen er folgende Sätze über die Friction der Erde ableitet.

1) Bei vegetabilischer Erde ist das Verhältniß der Friction zu der Kraft, welche die Erde ausübt, um sich zu verschieben, oder ihr Druck 0,5. Bei Sand beträgt das Verhältniß 0,4.

2) Die Cohäsion, welche die vegetabilische Erde dadurch erhält, daß sie sorgfältig gestoßen wird, vermindert ihren Druck um mehr als zwei Dritttheile.

3) Die Entfernung des Risses, der sich in vegetabilischer Erde bildet, wenn eine zur Widerlage gegen eine Auffüllung vorhandene senkrechte Mauer hinweggenommen wird, beträgt, von der innern Seite der Mauer an gemessen, wenn h die Höhe der Mauer bedeutet, h (0,618).

4) Wenn die Ausfüllung aus Sand besteht, so ist die Entfernung des Risses h (0,677).

5) Wenn die Ausfüllung aus vegetabilischer Erde besteht, die mit feinem Flußsand gemischt ist, so beträgt die Entfernung des Risses h (0,646).

6) Wenn die Ausfüllung von Schutt und Steinschroten gemacht ist, so beträgt die Entfernung des Risses h (0,414).

7) Wenn die Ausfüllung aus vegetabilischer Erde und grobem Flußsand zusammengesetzt ist, so beträgt die fragliche Entfernung h (0,618).

Aus diesen Erfahrungssätzen läßt sich nun der Grad der Böschung, den man einer jeden dieser Erdarten geben muß, wenn solche zu Terrassen ohne Widerlagsmauern aufgetragen werden soll, entnehmen, in dem sich die der Natur der Erdart angemessene Böschung findet, wenn man von dem Fuß der Terrasse eine senkrechte Linie aufrichtet und von derselben ab die obere Kante der Auffüllung nach dem benannten Maaße der Entfernung der Rißlinien bestimmt, so daß man für den Fall, wo die Terrassenausfüllung aus vegetabilischer Erde besteht, welche sorgfältig gestoßen wird, nur $1/3$ dieser Entfernung annimmt, wobei jedoch zu bemerken ist, daß, da eine Construction nie bloß hinreichend für das genaue Gleichgewicht, sondern auch etwas stärker zu machen ist, dieses auch hier geschehen muß.

Die Auftragung der Terrasse geschieht beständig in horizontalen Lagen, die, sobald solche ungefähr einen Fuß hoch aufgefüllt sind, festgestoßen werden, wozu man sich am besten der vierarmigen Handramme bedient, welche von zwei Personen, die einander gegenüber stehen, angewendet wird. Es ist nöthig, daß dabei eine mittlere Feuchtigkeit des zu stoßenden Erdbodens stattfinde, denn wenn derselbe ganz trocken ist, so ist er nicht fest zu stoßen und setzt sich sehr, wenn er bei anhaltendem Wetter Feuchtigkeit einzieht, während er wiederum, wenn er ganz schlammig ist, das Feststoßen unmöglich macht.

Außer diesen Maßregeln ist besonders die größte Vorsorge anzuwenden, daß die verfertigte Böschung nicht durch herabfließendes Wasser leide, welches sich äußerst schnell in eine frische Auffüllung einwühlt und dieselbe in kurzer Zeit zerstört. Zu diesem Ende sind alle Wasserzusammenflüsse, die in der Nähe entstehen können, durch gepflasterte Candeln abzuleiten, und die Oberfläche der Böschung ist mit Rasen zu belegen oder zu bepflanzen.*)

---

*) Nach diesen Vorschriften ist die vor 31 Jahren aufgetragene sehr steile Böschung rechts am Wege von dem Friedrichsthor zu der Aue zu Cassel der in der Tiefe liegenden

Fünftes Kapitel.

Transport schwerer Lasten.

Dieselben Arbeiter, die zu den Erdarbeiten verwendet werden, werden auch dazu gebraucht, um schwere Lasten nach und von dem Bauplatze zu schaffen; dahin gehören schwere Steine, Bauholz u. dgl. Das Versetzen behauener Steine geht dagegen den Maurer an. Die Alten sind in deßhalbigen mechanischen Vorrichtungen weiter, als die neuere Zeit gekommen ist, gewesen, und ist hierin ohne Zweifel Vieles verloren gegangen. Es dürfte irrig sein, die außerordentlichen Resultate, die sie hervorgebracht haben, der Anwendung sehr vieler Menschen zuzuschreiben, denn die Schwierigkeit, in unsrer Zeit die Leistungen der Alten nachzuahmen, liegt nicht in dem Mangel an Menschen, sondern in der Unfähigkeit, mit gleicher Leichtigkeit die Kräfte vieler Menschen auf einen Punkt wirksam zu vereinigen.

Vitruv handelt im zehnten Buch weitläufig von Maschinen zum Transport großer Lasten, aber der Mangel von den Text deutlich machenden Zeichnungen (bekanntlich sind dieselben verloren gegangen), macht den ersteren sehr unverständlich, und unter dem, was verständlich ist, befindet sich Weniges, was unserer Zeit fremd geworden wäre.

Rondelet*) hat uns die Zeichnung einer halb erhabenen Arbeit, die sich an dem im sogenannten Hyppodromus zu Constantinopel befindlichen Obelisk befindet, gegeben, welche die Mittel vorstellen sollte, die man angewendet hat, um den Obelisk aufzustellen: der Bildhauer scheint nur kein Sachverständiger gewesen zu sein. Die mechanischen Kräfte, welche angewendet sind, um den Obelisk vorwärts zu schaffen, sind einfache Erdwinden, deren Stricke alle von der Spitze des Obelisken ausgehen, während das Ende des Obelisken, wie es scheint, von einem Rad in Bewegung gesetzt wird, das an das Rad erinnert, welches von Vitruv, als zu ähnlichen Zwecken dienlich, beschrieben wird.

In neueren Zeiten sind die Aufstellungen der Obelisken in Rom für die architektonische Mechanik bedeutend gewesen, sowie auch der Transport des ungeheuren Granitblockes, den die russische Kaiserin Katharina II. aus Finnland nach Petersburg bringen ließ, um als Basis der Reiterstatue von Peter dem Großen zu dienen, merkwürdig geworden ist.

Derselbe hatte in französischem Maaße 42 Fuß Länge, 27 Fuß Breite und 21 Fuß Höhe; vor seinem Transport wurde er aber auf 37 Fuß Länge, 21 Fuß Breite und 22 Fuß Höhe verkleinert. Man transportirte ihn bis

---

Gärtnerwohnung gegenüber von mir gemacht worden. Der Mangel an Raum, der den neu angelegten Schlangenweg am Berg herab auf der rechten Seite sehr beengte, nöthigte dazu, die möglichst steile Böschung zu machen. Die Auffüllung besteht meistentheils aus rothem Thon und Lehm. Da aber bei der Ausgrabung der Fundamentgräben zu der Cattenburg zur Zeit der Auffüllung der Terrassen viel thoniger Schlamm vorkam, so wurde abwechselnd mit demselben trockener Lehm aus andern Stellen der Fundamente aufgetragen, und diese Böschung, welche bei 40 Fuß Höhe etwa 30 Fuß Sohle bekam, hat sich in fast 32 Jahren nur einige Zoll gesetzt und ihre steile Böschung bewährt.

*) Traité théorique et pratique de l'Art de Batir. Tom I. pag. 47, planch. I. Fig. B.

zum Ufer der Newa auf einer Schleife von 42 Fuß Länge, deren Seitenbalken 18 Zoll breit, 16 Zoll dick und rinnenförmig ausgehöhlt mit einer Masse von Kupfer, Zinn und Galmey belegt waren. Diese Seitenbalken ruheten auf Unterlagen von Holz, welche 33 Fuß lang, 14 Zoll breit, 12 Zoll dick und ebenso rinnenförmig ausgehöhlt und belegt waren. Zwischen diesen Hölzern in den Rinnen befanden sich Kugeln von derselben Metallmischung, wie die erwähnte, welche 5 Zoll Durchmesser hatten; Kugeln und Rinnen von Guß- und Schmiedeeisen hatten sich zerquetscht. Die Seitenbalken waren durch vier starke Querbalken vereinigt, von denen jeder 14 Fuß lang und 12 Zoll im Quadrat stark war, und außerdem war der Zusammenschluß des Ganzen noch durch drei starke eiserne Anker vermehrt. Die Kugeln waren in den Rinnen in Zwischenräumen von zwei zu zwei Fuß angebracht, so daß die Last auf 30 bis 32 Kugeln ruhete.

Zu den Seiten der Schleife waren Strohmatten angehängt, auf welchen Menschen lagen, um die Kugeln in regelmäßiger Zahl und Entfernung zu halten.

Der Transport mußte mitten durch einen Morast bewirkt werden, wozu man hartes Frostwetter abwartete; da aber dieser Morast theilweise aus fettem Lehm bestand, der nicht fest fror, so wurde derselbe ausgegraben und die ausgegrabene Stelle mit wechselnden Lagen von Sand und Weidenzweigen ausgefüllt, welche, von der Feuchtigkeit des Morastes durchdrungen, bis auf 4 Fuß Tiefe froren.

Man hatte sechs Wochen Zeit nöthig, um mit dem Felsen den Weg von $1\frac{1}{2}$ Lieues zurückzulegen, hiernach wurde er auf der Newa zu Schiffe weiter transportirt.

Um die Last der Rinnen fortzubewegen, waren zwei Erdwinden, jede von 32 Menschen bedient, nothwendig. Durch diese Erdwinden gingen 8 Eisenstangen, jede 8 Fuß lang (von der Mitte der Winde gemessen). Die Arbeiter waren auf 5 Fuß Entfernung vom Mittelpunkt der Winde angestellt. Die Taue waren nicht unmittelbar an den Felsen und den Erdwinden befestigt, sondern liefen über Flaschenzüge, von denen je zwei zu drei an gleicher Axe liegende Scheiben an dem Felsen und zwei dergleichen an eingerammten Pfählen befestigt waren, von welchen letzteren die Taue zu den Erdwinden gingen.

Das Gewicht dieses Felsen wird auf 6,016,000 Pfund angegeben.

Die Ausführung des Transportes wurde durch den Grafen Carbury besorgt, der durch das glückliche, mit einfachen Mitteln errungene Resultat berühmt geworden ist.

Die Kraft, welche man auf die Bewegung der Masse anwenden mußte, war gleich dem 22sten Theil ihres Gewichtes.

Sechstes Kapitel.

Von der Beschaffenheit und Wirkung belebter Kräfte.

Die Quantität der Bewegung, welche durch belebte Kräfte, die auf Maschinen wirken, hervorgebracht wird, zerlegt sich in zwei Theile, wovon eine,

welche angewendet wird, um den Körper des belebten Wesens in Bewegung zu setzen, zu der für die Maschinen nützlichen Wirkung nicht beiträgt.

Die Verrichtung, welche durch eine belebte Kraft ausgeübt wird, ist wesentlich intermittirend.

Eine belebte Kraft kann in jedem Augenblick eine desto größere Wirkung ausüben, je kürzer die Zeit ist, welche die Arbeit dauert, und wiederum ist die Anstrengung und das Bedürfniß der Ruhe desto schneller zu empfinden, je größer die ausgeübte Kraft ist.

Das Tagewerk einer belebten Kraft nennt man das, was dieselbe in einem Tage hervorbringen kann, ohne ihrer thierischen Organisation zu schaden. Diese Wirkung wird durch den Druck oder Zug ausgedrückt, multiplizirt mit der Geschwindigkeit und der Zeit, welche die Arbeit dauert, und kann durch ein Gewicht, welches in einer gegebenen Zeit auf eine gewisse Höhe erhoben wird, vorgestellt werden.

Das mittlere Gewicht des Menschen wird im Allgemeinen zu 70 Kilogrammen geschätzt. Die größte Kraftäußerung, deren ein Mensch fähig ist, findet statt, wenn er, indem er steht, eine Last aufzuheben sucht, die zwischen seinen Beinen liegt. Die mittlere Grenze des Gewichts, das er auf diese Weise aufzuheben im Stande ist, beträgt 130 Kilogramm*), und einige besonders starke Personen können auf diese Weise 600 Kilogramm erheben.

Die Geschwindigkeit eines schnell laufenden Menschen beträgt ungefähr 8 Meter**) in der Sekunde; die Geschwindigkeit des gewöhnlichen Ganges ist ungefähr 1,5 in dieser Zeit. Die mittlere Größe des Schrittes wird auf 7 Decimeter geschätzt. Wenn der Mensch mit einer gewissen Geschwindigkeit lauft, so unterläßt er, so zu sagen, auf den Grund und Boden, über den er lauft, Schwerkraft auszuüben; in der That beschreibt sein Schwerpunkt eine krumme Linie (von der man entdeckt hat, daß sie eine Parabel sei), welche zum Radius der Krümmung das Bein hat, auf welches er sich stützt, indem er sich vorwärts bewegt; es entsteht aus dieser Bewegung eine Centrifugalkraft, die um so größer ist, je stärker die Bewegung ist. Lambert hat durch Versuche gefunden, daß man, indem man mit einer Geschwindigkeit von 9 bis 10 Fuß in der Sekunde lauft, sich so schnell vorwärts bewegt, daß die Füße die Erde gleichsam zurückstoßen; es ist in diesem Falle nöthig, daß die Füße sich mit vieler Leichtigkeit bewegen und die Erde nicht mehr berühren, als nöthig ist, um im Lauf zu bleiben.

Der Ingenieur Coulomb***) hat aus seinen Beobachtungen folgende durchschnittliche Resultate des Tagewerkes des Menschen abgeleitet:

1) Das Tagewerk von Menschen, welche eine bequeme Treppe hinaufsteigen, ohne belastet zu sein, ist gleich 205 Kilogramm, welche einen Kilometer hoch erhoben werden. Das Tagewerk eines Menschen, der eine Treppe steigt, und mit einer Last von 68 Kilogrammen beschwert ist, ist gleich 129 Kilogrammen, welche einen Kilometer hoch erhoben werden.

2) Das mittlere Gewicht, welches ein Mensch beim Aufsteigen einer Treppe

---

*) Ein Kilogramm ist = 2,042877 Pariser Pfund, oder 2,134427 Berliner Pfund.

**) Ein Meter ist = 3,078444 Pariser Fuß, oder 3,186199 Berliner Fuß, oder 3,509865 Cassler Fuß.

***) Théorie des machines simples par M. Coulomb, Paris 1820, in den Mémoires de l'Institut National des sciences et Arts, sciences mathématiques et physiques, Tom II, pag. 380.

tragen soll, um das vortheilhafteste Tagewerk zu verrichten, macht ungefähr 53 Kilogramme.

3) Menschen, die, ohne eine Last zu tragen, mehrere Tage lang reisen, können leicht des Tages 50 Kilometer *) zurücklegen, und Menschen, welche mit 44 Kilogrammen belastet sind, können im Tag einen Weg von 18 bis 20 Kilometer gehen.

4) Wenn man die Quantität der Wirkung, welche Menschen ausüben, indem sie eine Treppe ohne alle Last steigen, mit den Wirkungen vergleicht, die Menschen hervorbringen, welche einen horizontalen Weg zurücklegen, so findet man das Verhältniß wie 205 zu 3500, oder ungefähr wie 1 zu 17. Und wenn man die Quantität der Kraft, die ein Mensch im Tag ausüben kann, wenn er lastfrei geht, mit derjenigen vergleicht, die er hervorbringt, wenn er belastet ist, so findet man, daß die erstere zur zweiten sich verhält, wie 5 zu 1.

5) Ein Mann kann des Tages mit Hülfe eines Schubkarren 14,79 cubische Meter Erde auf 29,226 Meter Entfernung transportiren; er transportirt diese Massen in 500 Wegen. Die natürliche Wirkung, die ein Mensch hervorbringt, welcher Lasten auf dem Schubkarren transportirt, verhält sich zur nützlichen Wirkung desselben Menschen, wenn er Lasten auf seinem Rücken trägt, wie 148 zu 100.

6) Coulomb hat gefunden, daß die mittlere Ladung von Schubkarren auf einem Arbeitsplatz eines starken Menschenschlages beinahe 70 Kilogramme beträgt und daß das Gewicht der Schubkarren, welches sehr verschieden ist, im Durchschnitt 30 Kilogramme beträgt.

Beim Anhängen eines beladenen Schubkarrens an eine Schnellwage an demselben Punkt, wo die Menschen mit den Armen anfassen, hat Coulomb ersehen, daß der Theil des Gewichts, welches die Menschen tragen, 18 bis 20 Kilogramme beträgt, und daß sie, wenn der Schubkarren leer ist, nicht mehr wie 5 bis 6 Kilogramme tragen, sowie daß die Gewalt, welche nothwendig ist, um den Schubkarren vorwärts zu treiben, auf einem trocknen und gleichförmigen (auch ebenen) Boden 2 bis 3 Kilogramme betrug.

7) Das Tagewerk von Menschen, welche den Rammbär eines Rammzeuges, um Pfähle einzuschlagen, in die Höhe ziehen, ist gleich 19 Kilogrammen, die 3600mal zu der Höhe von 11 Decimetern erhoben werden, welches eine Quantität von 75,2 Kilogrammen, die einen Kilometer hoch erhoben werden, gibt. Indem man diese Wirkung mit derjenigen vergleicht, welche ein Mensch hervorbringt, wenn er lastfrei eine Treppe steigt, findet man, daß die erstere nicht viel mehr wie ein Drittheil von der zweiten ist.

8) Die Quantität Kraft, welche Menschen ausüben, die Münzen in einem mit Balancierschwengeln versehenen Prägstock schlagen, ist noch geringer. Einen solchen Prägstock, der 38 Kilogramme wog und von 2 Menschen in Bewegung gesetzt wurde, erhob ein Arbeiter in einem Tag 5200mal in die Höhe von 4 Decimetern, welches ein Tagwerk gibt, das durch ein Gewicht von 39,5 Kilogrammen, die einen Kilometer hoch erhoben werden, ausgedrückt werden kann, eine Quantität, die noch nicht halb so groß ist, wie diejenige von Menschen, welche Pfähle einrammen.

Indessen bemerkt Coulomb, daß Menschen, welche Münzen prägten, fünfzehn Monate anhaltend arbeiteten, während Menschen, welche Pfähle ein-

*) Der Kilometer ist = 3186,199 Berliner Fuß.

schlugen, bald zu einer andern Art Arbeit übergehen, weil sie von dem Pfahlrammen zu sehr angestrengt wurden.

Als derselbe zwei Tage hintereinander her Massen aus einem Brunnen heraufziehen ließ, der 37 Meter tief war und aus welchem man mittelst eines doppelten Eimers schöpfte, hat der Arbeiter am ersten Tag 125 Eimer und den folgenden nur 119 Eimer herauf gefördert. Die mittlere Kraft, welche mit einer Schnellwaage gemessen wurde, war gleich 16 Kilogrammen, welches eine tägliche Wirkung gleich 71 Kilogrammen, die einen Kilometer hoch erhoben werden, gibt, eine Quantität, die fast derjenigen gleich ist, die durch Menschen, welche Pfähle einschlagen, hervorgebracht wird.

9) Coulomb glaubt, daß die Gewalt, welche ein Mensch auf eine Kurbel ausübt, nicht über 7 Kilogramme geschätzt werden könne, wenn die Arbeit lange dauert und anhaltend ist; und er ist der Meinung, daß die gewöhnliche Schätzung der Mechaniker, wonach diese Gewalt für 12 oder 13 Kilogrammen gilt, viel zu hoch sei. Die Kurbel durchläuft meistentheils einen Umkreis von 23 Decimeter; sie macht in der Minute 20 Wendungen und die Zahl der täglichen Wendungen ist 7,200, welches für das Tagewerk 118 Kilogramme gibt, die einen Kilometer hoch erhoben werden, die Quantität der Wirkungen von Menschen, welche lastfrei eine Treppe steigen, und diejenige von Menschen, welche eine Kurbel in Bewegung setzen, sowie endlich die Kraftäußerung derer, welche den Rammbär eines Rammzeuges aufziehen, zusammen verglichen, verhalten sich wie die Zahlen 206, 115, 75 oder in annäherndem Verhältniß von 8, 5, 3.

10. Das Tagewerk eines starken und geübten Mannes, der die Erde mit dem Grabscheit bearbeitete, war die Umgrabung von 181 Quadratmetern in schwerem und dichtem Erdboden, der einen mittleren Grad von Feuchtigkeit und Trockenheit hatte; der Arbeiter stieß das Grabscheit 25 Centimeter tief ein und bei jedem Stich hob er im Durchschnitt ein Gewicht von 6 Kilogrammen Erdboden mit dem Grabscheit auf ungefähr 4 Decimeter Höhe. Die erste Kraftäußerung, nemlich das Einstoßen des Grabscheites, war im Durchschnitt gleich 20 Kilogrammen, und wenn das Grabscheit einige Centimeter tief eingestoßen war, betrug die Gewalt, um solches weiter einzustoßen, nicht vielmehr wie 12 Kilogramme. Die Zahl der Grabscheitsstiche war in einem Tag nur ungefähr 14,316. Das ganze Tagewerk ist gleich 96,6 Kilogramme, die einen Kilometer hoch erhoben werden.

Bei diesen Bestimmungen hat Coulomb angenommen, daß durch einen allen Menschen eigenen Instinct, dieselben unter einer gegebenen Last die Geschwindigkeit annehmen, welche ihre Kräfte am meisten schont.

Nachfolgende tabellarische Angabe stellt in Zahlen den Werth der Quantität der täglichen Wirkungen dar, wie solche Coulomb bestimmt hat.

Das Gewicht, welches einen Kilometer weit fortgeschafft gedacht wird, und der Quantität der täglichen Arbeiten gleich ist, beträgt:

1) Bei einem Menschen, der ohne Last, als seine eigene, mehrere Tage einen ebenen Weg reiset .	3500	Kilogr.	Im Ganzen.
2) Bei einem Menschen, der, indem er einen horizontalen Weg zurückgelegt, mit einem Gewicht von 58 Kilogrammen belastet ist	1556	„	Im Ganzen.
Nützliche Wirkung	692	„	
3) Bei einem Menschen, der eine bequeme Treppe aufsteigt ohne beladen zu sein	205	„	Im Ganzen.
4) Bei einem Menschen, der eine Treppe hin-			

aufsteigt und mit einem Gewicht von 68 Kilogrammen beladen ist	129 Kilogr.	Im Ganzen.
Nützliche Wirkung	56 "	
5) Bei einem Menschen, der Lasten auf einem Schubkarren fortschiebt, nützliche Wirkung . . .	1022 "	
6) Bei einem Menschen, der den Rammbär eines Rammzeuges in die Höhe zieht, nützliche Wirkung .	75 "	
7) Bei einem Menschen, der Münzen prägt mit Hülfe einer Prägmaschine mit Balancierschwengeln, nützliche Wirkung	39 "	Bei einer Dauer der Arbeit während mehrerer Monate.
8) Bei einem Menschen, der aus einem Brunnen Wasser zieht mit Hülfe eines Eimers, der an einem über eine runde Scheibe geführten Seil hängt, nützliche Wirkung	71 "	Zweitägige Arbeit.
9) Bei einem Menschen, der an einer Kurbel dreht, nützliche Wirkung	116 "	Anhaltende Arbeit.
10) Bei einem Menschen, der mit einem Grabscheit arbeitet, nützliche Wirkung	96 "	Bei einer Arbeit von mehreren Tagen.

Man darf hiebei nicht vergessen, daß Alter, Geschlecht, Klima und besonders auch Gewohnheit, große Verschiedenheit in dem Werth der Arbeits-Quantitäten, welche verschiedene Individuen hervorbringen, veranlaßt.

Die Erfahrung lehrt, daß die Stärke des weiblichen Geschlechts im Allgemeinen eben nicht viel mehr ist, als $^2/_3$ von derjenigen der Männer, welches ungefähr ebenso viel ausmacht, wie die Kraft eines Jünglings von 15 bis 16 Jahren. Peron hat beobachtet, daß die Wilden um $^1/_3$ weniger stark seien, wie die europäischen Matrosen, und von Coulomb wird bemerkt, daß in einem Klima, dessen Temperatur 20 Grade überschreitet, die Menschen nicht im Stande sind, halb so viel im Tag zu thun, wie sie gewöhnlich in einem milden Klima verrichten.

Von der Kraft der Pferde gelten folgende Regeln.

Man kann Pferde zum Tragen und zum Ziehen von Lasten anwenden, beides ist nicht gleich vortheilhaft.

Wenn man die Kraft des Menschen mit derjenigen der Pferde vergleicht, ersieht man, daß ein Pferd im Ziehn eine Wirkung hervorbringen kann, wie solche 7 Menschen hervorbringen würden, wenn es aber darauf ankommt, auf den Rücken Lasten über einen gleichförmigen Abhang zu transportiren, so hat La Hire beobachtet, daß 3 Menschen, von denen jeder 100 Pfund trägt, mit größerer Leichtigkeit und Schnelligkeit aufsteigen, wie ein Pferd, das mit 300 Pfund beladen ist.

Die Erfahrung lehrt, daß es nützlich ist, die Last, welche das Pferd ziehen soll, bis zu einem gewissen Grad auf dessen Rücken wirken zu lassen.

Die beste Richtung des Zuges, während derselbe dauert, ist parallel mit dem Erdboden.

Die absolute Gewalt oder die momentane Zugkraft der Fuhrmanns-Pferde verändert sich nach Ausmessungen mit Regniers Dynamometer von 300 bis zu 500 Kilogrammen.

Die größte Geschwindigkeit, welche ein Pferd in einem kurzen Laufe annimmt, sind ungefähr 15 Meter in einer Secunde.

Die Geschwindigkeit im Galopp ist ungefähr 5,5 Meter.
Im Trab ungefähr . . . . 3,5 „
Im Schritt . . . . 1,7 „

Die Länge des gewöhnlichen Schrittes des Pferdes beträgt 0,9 Meter.

Die gewöhnliche Last für ein Pferd variirt zwischen 100 und 150 Kilogrammen.

Man rechnet gewöhnlich bei der Ladung der Karren 700 oder 750 Kilogramme auf das Pferd, ohne darin das Gewicht des Wagens zu begreifen; und man schätzt den Raum, den der Wagen auf einem horizontalen, im guten Stand erhaltenen Wege jeden Tag durchläuft, auf 38 Kilometer. Die mittlere Zugkraft, welche ein Pferd hierbei ausübt, beträgt ungefähr 140 Kilogramme.

Ein Gaul, der an einer Pferdemühle angespannt ist, übt eine mittlere Zugkraft von 100 Kilogrammen aus und geht mit einer mittleren Geschwindigkeit von 8 Decimetern (in der Secunde). Die Dauer der Arbeit ist vier oder fünf Stunden des Tages. Die Querbäume, an denen die Pferde angespannt werden, sind gewöhnlich 5 bis 7 Meter lang. Diese Art von Arbeit ermüdet die Pferde sehr und ist geeignet, sie in kurzer Zeit zu Grunde zu richten.

Die mittlere Quantität der täglichen Wirkung, die ein Pferd hervorbringt, welches einen Karren zieht, ist ungefähr 50,000 Kilogrammen gleich, die einen Kilometer weit fortgeschafft werden, und die nützliche Wirkung, welche diesem Tagewerk entspricht, ist gleich der Fortschaffung eines Gewichts von 28,500 Kilogramme auf Einen Kilometer Entfernung.

Guenyveau *) hat bemerkt, daß ein beträchtlicher Unterschied unter den Quantitäten der täglichen Wirkungen, welche die Pferde bei verschiedenen Geschwindigkeiten hervorbringen, stattfinde.

Indem er die tägliche Arbeitsquantität der Fuhrmannspferde mit derjenigen der Diligencepferde verglich, welche letztere im Trab gehen, hat er gefunden, daß diese beiden Quantitäten sich ungefähr untereinander verhalten, wie 5 zu 3; er glaubt daher, daß es vortheilhaft sei, die Pferde, welche eine starke Zugkraft ausüben, nur im Schritt gehen zu lassen, und daß es besser wäre, die Pferde, welche in Mühlen gehen, 7 bis 8 Stunden des Tages arbeiten zu lassen, indem man sie Schritt gehen ließ, statt solche, wie gewöhnlich geschähe, im Trab gehen zu lassen, wobei sie täglich nur 4 bis 5 Stunden arbeiten, welches nicht hindern würde, die beabsichtigte Wirkung in der erforderlichen Geschwindigkeit hervorzubringen, indem man eine leicht zu machende Veränderung in dem Verhältniß der Hebelarme vornähme.

Guenyveau schätzt die Quantität der Tagearbeit eines in einer Mühle angespannten Pferdes auf ungefähr 1500 Kilogramme, die einen Kilometer weit transportirt werden, und die mittlere nützliche Wirkung geht eben nicht über 600 Kilogramme, die Einen Kilometer weit fortgeschafft werden.

So interessant auch solche Angaben sind, so darf man doch nicht übersehen, daß sie, wie schon oben erwähnt ist, manichfaltigen Modificationen

*) Essai sur la science des machines, pag. 283.

unterworfen seien. Coulomb selbst bemerkt, als ein Beispiel, wie sehr das Klima auf belebte Kräfte wirke, daß seine Arbeiter in dem heißen Klima von Westindien (Martinique), wo das Thermometer selten unter 20 Grade steht, nicht halb so viel wie in der milderen Temperatur von Frankreich hätten leisten können.

Auch ist die Annahme, wonach dem Menschen bei seiner Bewegung die Fortschaffung seines eigenen Gewichtes ebenso beschwerlich falle, wie die Fortschaffung einer seiner Schwere gleiche Last, daß er also, z. B., wenn seine Schwere 70 Kilogramme betrüge und seine Belastung außerdem ebenwohl 70 Kilogramme, wenn er sich mit dieser Last bewege 140 Kilogramme fortschaffe, ohne Zweifel irrig, denn der organische Mechanismus des Menschen paralysirt, so gut wie leblose Maschinerie einen nach den Umständen mehr oder weniger großen Theil von diesem Gewicht, und aus der irrigen Annahme vom Gegentheil erklärt sich denn auch der ausnehmend große Unterschied in den Angaben der obigen Tabelle, da bei der Leistung nur allein das Gewicht des Menschen, ohne sonstige Belastung, in Betracht gezogen ist, z. B. im ersten und zweiten Posten. *)

---

*) Die specielle Erörterung der Wirkung belebter Kräfte gehört der Mechanik und ist das Vorstehende hier nur, als zum Bauwesen besonders bezüglich aufgenommen; weitere Aufschlüsse finden sich in den angeführten Werken, sowie in Gerstners Mechanik, in den Annales des ponts et chaussées, Crelle's Journal für die Baukunst, Weisbach's Ingenieur und Maschinen-Mechanik u. a.

Zweiter Abschnitt.

Mauerwerk im Allgemeinen.

Siebentes Kapitel.

Monolithische Gebäude.

Bei denjenigen Gebäuden, die nach der allgemeinsten Annahme die ältesten sind, welche auf unserer Erde existiren, kommt nur Steinhauer- und Bildhauerarbeit vor, es sind dieses die aus dichten Felsen gehauenen Tempel von Altindien, welche man gewöhnlich monolithische Gebäude nennt, weil sie aus Einem Steine, dem Felsen, bestehen, wie der Tempel auf der Insel Elephanta, an der Ostseite des Hafens von Bombay, die Höhle von Ambola auf der Insel Salsette, bei dem Dorfe gleichen Namens, ohnweit Tanna, und die Höhlen zu Canara, eben wohl in der Gegend von Tanna *), sowie die Ruinen von Mawalipuram **). Die Technik derselben besteht darin, daß man die nöthigen Räume aus dem Felsen höhlte und in denselben, sobald der Raum in seiner Ausdehnung so weit zunahm, daß die Decke einer Unterstützung zu bedürfen schien, mächtige Säulen von dem Felsen stehen ließ.

Die Säule ist also älter in ihrer Entstehung, als wie die Mauer, und kommt in diesen ältesten Gebäuden zugleich in ihrer wahren und eigentlichen Bestimmung, nemlich als Deckenstütze, vor. Die Säulen in den Höhlen, welche man für die ältesten hält, sind ungestaltet, ungeschickt behauen und nicht gleichförmig, wie die in der Höhle zu Canara, spätere haben regelmäßige Formen. Im Allgemeinen sind die einfachsten statischen Gesetze befolgt und eine gewisse Regelmäßigkeit, selbst Symmetrie bis auf einen gewissen Grad, sind nicht zu verkennen, dabei zeigt sich bei allen zugleich die Neigung zur Verzierung.

---

*) Man sehe die Beschreibung dieser monolithischen Gebäude in der Geschichte der Baukunst der Alten von Stieglitz. Leipzig, 1792.

**) Recherches Asiatiques T. I. pag. 87.

Achtes Kapitel.

Cyklopische Mauern.

Es ließe sich darüber streiten, ob die ältesten Mauern aus Bruchsteinen oder aus Steinen, welche künstlich aus Lehm oder Thon verfertigt wurden, bestanden haben, da die Erfindung der letzteren keine Kenntniß der Technik der ersteren voraussetzt.

Gewöhnlich hält man die sogenannten cyklopischen Mauern für die ältesten Mauern, indem man sie selbst den alten Pelasgern zuschreibt. Sie haben ihren Namen von der außerordentlichen Größe der Steine, aus denen sie zusammengesetzt sind, welche cyklopische Kräfte erfordert, um sie erbauen zu können. Daß sie im höchsten Alterthum errichtet worden, dürfte keinem Zweifel unterworfen sein, denn wir finden Reste derselben, auf denen Gebäude aus einer bekannten Zeit des Alterthums in einer Art gegründet sind, daß man sieht, der cyklopische Bau war schon Ruine, wie jene Gebäude aufgeführt wurden.

Es gibt mehrere solche Mauern in Italien.

Eine merkwürdige Mauer dieser Art findet sich bei Vicoaro, einer kleinen Stadt im Gebirge zwischen Tivoli und Subiaco. Sie steht unmittelbar an den Ufern des Anio oder der Teverone und ist aus Steinen zusammengesetzt, die zum Theil wohl 12 Fuß lang, 4 bis 6 Fuß hoch und etwa ebenso dick sind. Die Fugen sowohl, als die Oberflächen sind sehr genau, scharf und glatt, ohne daß man Spuren von Werkzeugen entdeckte. Ueber dieser Mauer stehen die Reste eines antiken dorischen Tempels, in dessen Ruine wieder eine moderne Kirche eingebaut ist, so daß zwischen jeder dieser drei Erbauungsperioden vielleicht 1000 bis 2000 Jahre Zeit liegen. Es ist unbegreiflich, wie man in jenen Zeiten, von denen man voraussetzt, daß ihnen die Kenntniß von Maschinen unbekannt gewesen sei, solche Felsenmassen aufthürmen konnte. Uebrigens sind weder die Stoßfugen (worunter man die aufrechten Fugen des Mauerwerks versteht) senkrecht, noch die Lagerfugen (diejenigen, auf denen die Steine ruhen oder gelagert sind) völlig horizontal, und wir wissen nur von der Technik dieser Constructionsweise, daß sich die Alten bleierner Stäbe bedienten, um die unbestimmteckigen Formen der Steine abzunehmen und danach solche Steine, welche an einander paßten, auszuwählen und zu bearbeiten. Die Steine sind ohne Mörtel zusammengesetzt, eine Angabe, worin ich jedoch nur Andern folge, nicht aber aus eigener bestimmter Erfahrung rede, wenn schon meine Erinnerung nur die Vorstellung ganz feiner Fugenschnitte ohne Ausfüllung aufbewahrt hat.

Ich kann Denen nicht beipflichten, welche der Meinung sind, daß man die großen Steine gewählt habe, um die Zahl der Fugen und deren Bearbeitung zu ersparen; die Beschwerlichkeit, so große Steine in der Bearbeitung zu wenden und vorzulegen sowie die schwierigere Versetzung derselben auf die Mauer, hätte jene Vortheile weit überwogen, ich glaube vielmehr, daß man diese großen Massen zum Schutz und Widerstand gegen äußere Gewalt, sei es nun gegen Naturkräfte, wie etwa Wasserfluthen, Erdbeben u. d. g. wählte, oder daß man solche so stark gegen feindliche Angriffe der Menschen aufführte, welches letztere das Wahrscheinlichste ist, da sie am häufigsten als Ringmauer alter Städte vorkommen. *)

*) Winkelmann, Anmerk. über die Baukunst der Alten. Seite 12.

Neuntes Kapitel.

Mauern von regelmäßig behauenen Quadersteinen.

Zunächst dieser Constructionsweise, ist die Erbauung der Mauern aus regelmäßig behauenen Quadersteinen ohne Zweifel eine sehr alte Erfindung. — Die Steine des Tempels Salomo's waren von einer außerordentlichen Größe, so daß einige acht bis zehn Ellen Länge hatten *), sie wurden nach dem Winkeleisen zugehauen, mit Sägen geschnitten, und so zugerichtet und genau zusammengepaßt, daß man bei der Erbauung der Mauern keinen Hammer, noch irgend ein eisernes Werkzeug hörte. **)

Ein hohes Alterthum dürften auch die Mauerconstructionen haben, welche Gori aus den Ruinen der alten griechischen Stadt Argos, von Ambracien am adriatischen Meere, am Golfe von Larta, und Calydon am Golfe von Corinth, nach Zeichnungen, die Cyriakus von Ancona, Alterthumsforscher, Maler und Architekt, im Jahre 1436 davon abnahm, überliefert.

Die Mauern sind aus sehr großen Steinen erbauet, die ohne Mörtel gut zusammengefügt sind. Merkwürdig sind die in diesen Mauern angebrachten Bogenöffnungen, welche sechs bis sieben Fuß weit und nicht aus keilförmigen Steinen zusammengesetzt, sondern gleichsam aus den Quadern rund herausgeschnitten sind.

Die beiden Steine, welche die Bogenöffnung in der Mauer von Argos bilden, sind 10 Fuß lang, 5 Fuß hoch und durch die Mauerdecke durchbindend ungefähr 4 Fuß dick, außerdem kommen auch Steine von 12 bis 18 Fuß Länge vor, und die unterste Lage ist 6 Fuß hoch.

Die Mauer von Calydon hat das besondere, daß die Steine hackenförmig in einander gesetzt sind. Ein Stein, der einen Bogen bedeckt, ist 22 Fuß lang.

In der Construction dieser Mauern wird nun die Technik schon viel künstlicher. Sie fängt bei der Gewinnung des Steines an, derselbe muß nemlich in das Maaß gebrochen werden, welches in Absicht auf die Höhe und, in soferne die Steine durchbinden, auch in Absicht auf die Dicke gegeben ist.

Zehntes Kapitel.

Anlage von Steinbrüchen und Wahl der Steine zu Quadernarbeit.

Diese Technik geht also von der Anlage des Steinbruches aus, welche nöthig wird, weil zu regelmäßigen Constructionen keine unbestimmteckige Geschiebe und Felsenstücke, wie sie sich auf der Oberfläche der Erde vorfinden, ohne beträchtlichen Verlust, und auch deßhalb nicht verwendet werden können, da die natürliche Beschaffenheit solcher Steine gewöhnlich eine regelmäßige Bear-

*) I. Buch der Könige. K. 7. V. 10.
**) I. Buch der Könige. K. 6. V. 7.

beitung entweder gar nicht zuläßt oder doch sehr schwierig macht, indem sie gewöhnlich sehr hart sind und beim Zerschlagen in unbestimmteckige Bruchstücke springen. Vortheilhaft ist es für die Arbeit des Steinbrechers, wenn die Steine einen blätterigen Bruch, oder, wie es der Steinmetz nennt, regelmäßige Lager haben, nur darf dieser Bruch nicht von einer allzu losen Beschaffenheit sein, die den Zusammenhang desselben aufhebt, welches man offene Lager nennt. Eine in dieser Hinsicht taugliche Beschaffenheit haben viele Arten von Sandsteinen und Kalksteinen und die in das letztere Geschlecht gehörige Marmorarten. Ferner ist es nöthig, daß Steine, die man zu Quadersteinen benutzen will, der Witterung widerstehen, daß sie ein gleichförmiges Korn und keine Gruben und Nieren haben, welche eine hinreichend feine Bearbeitung hindern, daß sie keine Salze enthalten, welche Feuchtigkeit anziehen und die Erscheinung hervorbringen, die man Schwitzen nennt, daß solche also überhaupt fest, trocken und von gleichförmigem Korn sind. Daß sie auch leicht zu bearbeiten seien, ist eine Eigenschaft, die gewöhnlich auch eine geringere Festigkeit in sich schließt. Jedoch sind viele Steinarten, wenn sie eben aus dem Bruche kommen und noch die Bruchfeuchtigkeit enthalten, weicher und leichter zu bearbeiten, wie späterhin, wo sie mit dem Austrocknen erhärten.

Die Anlage des Steinbruches beginnt damit, daß man von dem Theil des Felsen, den man zunächst in Anbruch nehmen will, die etwa auf demselben befindliche Erde abräumt und die gewöhnlich über dem sogenannten gesunden Stein liegenden allzu lockern und unvollkommenen Steinlagen hinwegschafft. Dabei ist es wichtig, nach Beschaffenheit des Lokales und des Felsen möglichst tief an dem Fuß des Hügels, den der Felsen bildet, anzufangen, um nicht in den Fall zu kommen, die tiefern und oft bessern Lagen durch die Halden, welche sich aus dem Abraum und anderem Abgang beim Steinbrechen bilden, zu verschütten, so daß man diese bessern Lagen entweder unbenutzt lassen oder doppelt abräumen muß.

Nach geschehenem Abraum setzt sich der Steinbrecher in bank- oder treppenartigen Abstufungen, deren Höhe der Höhe der zu gewinnenden Quadern entspricht, in den Felsen ein und wird mit der Zweispitze, sowie mit Schlageisen und Schlegel der Stein nach seiner Länge und Breite von dem Felsen abgesondert. Um diese Absonderung zu vollenden, bedient man sich des sehr praktischen Vortheiles, daß man in die eingehauenen Rinnen am Abend, wenn der Steinbrecher die Arbeit verläßt, Keile von festem und trockenem Holze einschlägt und hierauf die Rinnen mit Wasser anfüllt, wo dann der Stein am andern Morgen durch das Aufquellen des Holzes völlig abgesprengt ist. Hierauf wird derselbe mit dem Bossierhammer so weit beschlagen, daß er für die feinere Bearbeitung geeignet wird.

Eilftes Kapitel.

Zusammensetzung von Quadersteinen.

Die Technik der Zusammensetzung der Quadern ist außerordentlich mannichfaltig. Sie läßt sich jedoch auf drei Hauptregeln zurückführen, nämlich:

1) Waagerechte Lagerfugen,
2) Lothrechte Häupter und
3) Verwechselte Stoßfugen.

Bei den griechischen und römischen Gebäuden sind besonders sechs Arten der Zusammensetzungen zu unterscheiden.

Die erste, die einfachste unter allen, nannten die Griechen Isodomon. Sie besteht aus gleich großen, in der Mauer nach der ganzen Dicke durchbindenden Steinen, die mit verwechselten Fugen versetzt wurden. *)

Die zweite, Diatonous genannt, unterscheidet sich von der erstern dadurch, daß Steine, die nach ihren Längen versetzt sind und die man Laufer nennt, mit solchen, die quer in der Zusammensetzung liegen, welche Binder heißen, abwechseln.

Die dritte Art besteht aus Steinen gleicher Größe, die abwechselnd eine Lage als Laufer und die andere als Binder oder Strecker, wie man auch sagt, versetzt sind. **)

Die vierte Art ist diejenige, welche die Griechen Pseudoisodomon nannten. Die Lagen sind in der Art von verschiedener Höhe, daß eine hohe Lage mit einer niedrigen abwechselt. Diese Construction ist dazu geeignet, um ein Gebäude zu incrustiren, d. h. mit Steinplatten in der Art zu bedecken, daß der Kern des Mauerwerkes von Bruchsteinen besteht. Die niedrige Lage besteht in diesem Falle aus Bindern und braucht nicht höher zu sein, als um eine für die Festigkeit des Steines hinreichende Dicke zu haben, und von beiden Seiten die großen Lagen, welche aus aufrechten Platten bestehen, noch einnuthen zu können, eine Stärke, die bei den weicheren Sorten der Sandsteine nicht mehr wie einen Cassler Werkschuh***) zu betragen braucht; die hohe Lage kann dagegen mehrere Fuß hoch sein, und sich nach der Beschaffenheit des Steines und einer zu Fenstern, Thüren und Gesimsen zweckmäßigen Eintheilung richten. †)

Eine solche inwendig aus Bruchsteinen bestehende Mauer kommt auch dem nahe, was die Griechen Emplecton nannten, und welches wir als fünfte Art des bei den griechisch-römischen Gebäuden vorkommlichen Quadersteinverbandes anführen.

Die sechste Art endlich, wohl die, welche am häufigsten unter allen vorkommt, besteht aus einer Incrustirung mit Quadersteinen in der Art, daß in gewissen bald gänzlich gleichförmigen, bald auch weniger gleichen Zwischenräumen in allen Lagen, welche alle gleicher Höhe sind, Binder mit Laufern wechseln, hinter diesen aber bis zu dem innern Haupt der Wand Bruchsteinmauern aufgeführt sind. ††) Für die Construction dieser Art ist es eine technische Hauptregel, daß jedesmal, wenn Quadernlagen von 2—3 Fuß Gesammthöhe aufge-

---

*) Beispiele geben der Tempel der Concordia zu Agrigent und viele andere antike Tempel.

**) Die Mauern nächst dem Tempel des Mars Vindicator (jetzt Torre dei conti) zu Rom geben ein Beispiel hievon, sowie der Tempel selbst nach dem Isodomon construirt ist. I quattro libri dell Architettura di Andrea Palladio in Venetia 1581.

***) = 11 rheinländischen Zollen.

†) Diese ungleichen Steinlagen kommen schon an den Fußgestellen neben der Haupttreppe der Propyläen vor, und sie sind besonders in den Schinkel'schen Bauausführungen angewendet.

††) Diese Construction befindet sich an dem Grabmal der Cäcilia Metella (capo di bove) bei Rom, wo doch die Steine durch eingehauene falsche Fugen auswendig alle Häupter von gleicher Größe zu haben scheinen. An andern Gebäuden ist sie sehr häufig, und auch bei den Mauern der Cattenburg zu Cassel angewendet.

führt sind, das Bruchsteinmauerwerk vollkommen wagerecht mit der obern Quadernlage verglichen werde, indem man die obere Bruchsteinlage danach einrichtet und tiefe Stellen derselben mit Steinplatten vergleicht. Ferner muß die Bruchsteinmauer von eben so harten oder etwas härteren Steinen wie die Quadernmauern mit Sorgfalt erbauet und Alles verhütet werden, welches ein Setzen derselben hervorbringen und also eine Ablösung von der Quadernmauer veranlassen könnte, Vorsichtsmaßregeln, die auch bei der Art der Quadersteinzusammensetzung, welche die Griechen Emplecton nennen, nöthig sind.

Das Mittelalter hat diese Constructionen nachgeahmt, und noch mannichfaltige andere, die sich weniger oder mehr den beschriebenen nähern, hinzugefügt, während noch viele Arten von Incrustirungen hinzukommen, unter denen diejenige der Markus-Kirche zu Venedig mit griechischem Marmor, der auf weißem Grund braun geflammt ist, besonders merkwürdig ist.*) Dieselbe befindet sich auswendig und inwendig. Sie besteht aus aufrechten Stücken, die oft in mehreren Reihen über einander vorkommen, da, wo jedoch der Reihen zu viel und deßhalbige Ablösungen möglich geworden wären, laufen horizontale Leisten von gleichem Marmor durch, um die Verbindung der Mauer mit dem innern Mauerwerk herzustellen. Die Marmortafeln sind wie die Fourniere eines Hausgeräthes symmetrisch gegen einander gesetzt. Inwendig ist der Marmor ganz mit einem hellbraunen Ueberzug bedeckt, den man wegen seiner Gleichförmigkeit nicht dem Lampendunst zuschreiben kann, der vielmehr eine Art Ausschlag des Marmors zu sein scheint; auswendig hat der Marmor seine natürliche Farbe und ist seine Politur ziemlich erhalten.

Der Kern der Mauern besteht aus Backsteinen. Sehr ungewöhnlich ist die Art der Marmorincrustirung des Dogenpalastes zu Venedig. Es scheint, man hat die Ablösung großer Marmortafeln gefürchtet, vielleicht weil die Incrustirung zu gleicher Zeit mit dem Bau des Palastes vorgenommen wurde, und so ist derselbe mit Tafeln von rothem und gelblich weißem Marmor belegt, welche ungefähr die Größe von Backsteinen, die auf der hohen Kante stehen, haben, und in der Farbe so gewechselt sind, daß sie zackige Streifen, welche sich kreuzen, bilden.**) Indessen, wenn schon der Zweck erreicht ist, daß sie sich nicht abgelöst haben, so macht doch die Aehnlichkeit derselben mit Backsteinen keinen guten Eindruck, um so mehr, als der Marmor mit der Zeit in der Witterung den größten Theil der Politur verliert.

Bei den Quadersteinconstructionen des Mittelalters, die sich zu Gelnhausen finden, hat Bernhard Hundeshagen die merkwürdige Entdeckung gemacht, daß sich mitten vor dem Haupt in den spätern Construktionen dieser Gebäude regelmäßige Löcher befinden, welche ohne Zweifel von dem Gebrauch einer zum Versetzen dienenden eisernen Zange, die von dem jetzt zu gleichem Gebrauch gewöhnlichen Werkzeug gleiches Namens sehr verschieden und mehr einer kolossalen Beißzange ähnlich ist, herrührten, während in den ältern, unbezweifelt aus Kaiser Friedrich Barbarossa's Zeit abstammenden Gebäudetheilen dergleichen

*) Man sehe die Abbildungen, die Antonio Visentini von dieser Kirche herausgab. Die Verzierung der Kirche geschah nach dem Forestiere illuminato della citta di Venetia im Jahr 1071 unter dem Dogen Selvo, während der Bau der Kirche schon im Jahr 828 unter Johann Partipazio auf Kosten von dessen Bruder Justinian Partipazio begann.

**) Der Eingang des Dogenpalastes, der in der Façade des Haupteinganges der Kirche von Visentini abgebildet ist, gibt in seinem obern Theil eine Vorstellung von dieser Incrustirung.

nicht vorkommen, eine Bemerkung, die kunstgeschichtlich interessant ist, da hieraus zu schließen ist, daß in den ältern Zeiten der Gebrauch dieser Zange nicht bekannt war, und also da, wo sich dergleichen Zangenlöcher finden, auf die Zeit der Erbauung des Mauerwerks zu schließen ist, wobei nur nicht unberücksichtigt zu lassen ist, daß an niedrigen Mauern, deren Steine ohne Hebzeug versetzt werden konnten, diese Zangenlöcher nicht vorkommen können.

Bei den auf die Wiedereinführung des griechisch-römischen Baustyles im fünfzehnten und sechzehnten Jahrhundert entstandenen Gebäuden sind künstliche Quaderconstructionen und deren lebhafte Andeutungen sehr gewöhnlich, besonders ist dieses bei den prächtigen Palästen der Fall, mit denen Brunneleschi und seine Schüler ihre majestätische Vaterstadt Florenz geschmückt haben. Ich erwähne als solche z. B. Palast Pitti, Palast Strozzi, Ruccellai, Riccardi, Gondi, Nicolini, den Palast der Signoria (palazzo vecchio), Palast Piccolomini zu Siena und Spannocchi daselbst.*) An allen, nur etwa Palast Gondi theilweise ausgenommen, hat man sich bestrebt, die Gattung der griechischen Mauerzusammensetzung, die wir oben als Isodomos beschrieben haben, hervorzubringen, nur am Palast Gondi nähert sich die Construction an einigen Stellen dem Diatonous. Ueberhaupt aber findet eine ganz vollständige Regelmäßigkeit selten statt, indem man wohl dabei den Verlust an den Quadersteinen scheuete, weßhalb z. B. an den obern Stockwerken des Palastes Strozzi, wo sich die Quadern von unregelmäßigen Dimensionen angehäuft haben mochten, sehr viel von dem Rhythmus des Isodomos abgewichen ist**), welches auch wenig verderbt, da die Ursache dem nachdenkenden Betrachter leicht einleuchtet und diese Abweichung selbst eine gewisse Freiheit des Styles ausdrückt, die um so weniger unangenehm ist, als im Gegentheil Pedanterie einem Kunstwerk nicht förderlich sein kann.

Besonders zu erwähnen sind auch noch die zu der Zeit dieser florentinischen Gebäude aufgekommenen Zusammensetzungen von diamantenförmig facetirten Quadern, unter denen der sogenannte Diamantenpalast zu Ferrara der berühmteste ist. Die Anwendung dieser Form wird natürlich die eleganteste, wenn die Quadern aus Marmor bestehen und polirt sind.

Eine ganz entgegengesetzte Art ist diejenige, wo nur die eingesetzten Fugenschnitte rein bearbeitet sind, die eigentlichen Häupter der Steine aber rauh gelassen, d. h. nur bossirt sind. Eine höchst phantastische Art einer solchen Quaderconstruction sieht man an einem Palast zu Bologna, wo die zufälligen Formen der rauhen Häupter der Steine zu den mannichfaltigsten Gestalten von Göttern, Menschen, Pflanzen und Thieren halb erhaben ausgearbeitet sind, hier eine kleine Venus, die aus dem Meerschaum hervorsteigt, dort eine verhältnißmäßig große Arabeske u. dgl., eine Verzierungsweise, die ich fast närrisch nennen muß, so groß auch die Masse ist, in der sie dort vorkommt.

Für die moderne Zeit ist nun die Anwendung aller Quaderzusammensetzungen, die beschrieben sind, statthaft. Werden die Fugen nicht eingesetzt, so ist ein unregelmäßiges Emplecton die häufigste Construction, worin bei gleich hohen Lagen Laufer und Binder mit einander in der Art wechseln, daß doch immer mehrere Läufer auf einander folgen, bevor ein Binder kommt.

---

*) Man sehe Grandjean u. Famin Architecture Toscane, pl. 3 u. 7, 16, 21, 40, 52, 70 u. 72, 85, 89, 94. Beim Palast Strozzi muß ich nach einer eigenen, mit größter Sorgfalt in Florenz aufgenommenen Zeichnung einige Angaben der Quadernfugen, namentlich der kleinen Quadern an den Ecken und neben den Fenstern, für irrig halten.

**) Nach der von mir aufgenommenen Zeichnung, die mit aller Sicherheit der vorerwähnten Abbildung widerspricht.

Die oben erwähnten drei Hauptregeln gelten für alle diese Arten von Constructionen, außerdem ist noch im Allgemeinen hinsichtlich der Fugen der Steine zu bemerken, daß dieselben gespitzt und an den Kanten einige Zoll breit rein bearbeitet werden, in der Art, daß diese rein bearbeiteten Kanten etwa so abgeschrägt werden, daß sie, wenn sie versetzt werden, nicht dicht schließen, welches aber in der Folge stattfindet, wenn die Schwere der Steine zusammendrückt. Man nennt diese Abschrägung einen Druck an arbeiten, und wenn man solches unterließe, so würden die Kanten beim erfolgten Zusammendrücken der Steine abplatzen. Die Höhe der Abschrägung *) richtet sich nach der größeren oder geringeren Höhe des Steines, und sie kann vermindert werden, wenn man die Kanten der Quadern um ein Weniges abschleift, welches das Ansehen von der Präcision der Zusammenfügung nicht vermindert, sondern vermehrt. Wenn die rein bearbeiteten Fugen der Quadern beim Versetzen um ein Weniges nicht passen, so hilft man denselben mit einer Säge nach. Uebrigens muß jeder Steinmetzgesell sein Zeichen auf das Oberlager des Steines hauen, damit man, wenn der Stein überhaupt nicht paßt, den Arbeiter kenne, wo denn derselbe die Nacharbeit unentgeltlich thun muß.

Sehr fehlerhaft ist es, die gespitzten Lager der Quadern tiefer auszuarbeiten, wie deren reine Kanten, wo dann der Stein lediglich auf den Kanten ruhet, da der frische Mörtel keine feste Unterlage bildet. Diese Construction, die selbst von dem sehr erfahrenen und ausgezeichneten französischen Architekten Patte empfohlen wird, hält man für die Ursache, daß sich die Pfeiler der Genovefen-Kirche (Pantheon) zu Paris zusammensetzten und die Kuppel dem Einsturz nahe brachten.

Das Versetzen der Quadersteine geschieht, indem solche auf dem Blockwagen von dem Platz, wo die Steinmetzen arbeiten, auf den Bauplatz gebracht werden, worauf in das Oberlager derselben ein Zangenloch eingehauen wird, und die Zange vermittelst eiserner Keile in dem Loch befestigt, hierauf aber der Stein an einem Hebezeug, sei es nun ein einfaches Hebegeschirr oder ein Krahn, in die Höhe gezogen und dessen Richtung durch ein Schwungseil dirigirt wird.

Zwölftes Kapitel.

Gewöhnliche Bruchsteinmauern. Kalkmörtel.

Diese gewöhnlichste Art des Mauerwerkes ist in ihrer Verfertigung dennoch der größten Sorgfalt bedürftig, und es gibt für dieselbe wesentliche Regeln.

Die Regel der lothrechten Häupter gilt auch hier, ebenso diejenige der verwechselten Stoßfugen, nur die wagerechten Lagerfugen lassen sich wegen des damit verbundenen Verlustes an Stein nicht vollkommen durchsetzen. Dagegen ist es eine Hauptregel, bei diesem Mauerwerk alle Theile des Gebäudes

*) Der schräganlaufende Sockel des angefangenen Schlosses Cattenburg gibt von dieser Construction ein ziemlich großes Beispiel, während am untern Stockwerk mehr die Construction des Isodomon nachgeahmt ist.

bei der Erbauung so viel als möglich gleichförmig aufsteigen zu lassen. Ist eine Lage bis zu der Höhe von zwei bis drei Fuß gekommen, so wird sie wagerecht verglichen, bevor man eine neue Lage anfängt. Ist ein Absatz in einer Lage nöthig, so muß er nach einer treppenförmigen, nicht aber nach einer sägeartigen Verzahnung gemacht werden. Ecken müssen mit behauenen Steinen verwahrt werden. Solche Stellen, welche mehr als die übrigen Theile der Mauer zu tragen haben, müssen eben wohl aus Quadern construirt werden, z. B. das Mauerwerk unter hohen Säulen.

Hohe Bruchsteinmauern erhalten horizontale Ketten von Quadern oder Platten, um sie zusammenzuhalten und Risse von Oben nach Unten zu verhindern.

Ferner sollen sich hin und wieder Steine befinden, die durch die Mauern nach ihrer ganzen Tiefe durchbinden. Alle Steine sollen einen gehörigen Aufstand haben, der größte Fehler aber ist, wenn die Häupter der Mauern mit aufrechten Platten, welche die innere üble Construktion verdecken sollen, bedeckt werden. Bei der gemeinen Bruchsteinmauer ist eine so scharfe Bearbeitung der Fugen und Kanten, wie bei den Quadersteinen, nicht thunlich, und es wird deßhalb das Bindemittel zur Vereinigung derselben hierbei wichtig. Dieses ist der Kalkmörtel, dessen Bereitung Vielen ein besonderes Geheimniß und künstliches Ding geschienen hat. Es fiel nämlich auf, daß der Mörtel alter Gebäude, und zwar nicht nur derjenige der Gebäude der alten Welt, sondern auch derjenige der alten Burgen und gothischen Gebäude so ungemein fest, ja fester wie der Stein, den er bindet, sei, während der Mörtel neuer Gebäude bei weitem nicht so fest schien. Der Grund hiervon ist sehr einfach derjenige, daß ein aus wohlgebranntem Kalk und scharfem und reinem Sand wohlgemischter Mörtel mit der Zeit immer härter wird. Der Kalk muß wohlgebrannt sein, denn ungebrannte Theile desselben verderben den Mörtel und verhindern die Dichtigkeit der Fugen; der Kalk wird deßhalb zu feinerer Arbeit in einem Kasten gelöscht und aus demselben in der Art in eine Grube abgelassen, daß die ungebrannten Steine zurückbleiben, welche dem Kalklieferanten zurückgemessen werden. Der Sand muß scharf und rein sein, er wird dieses um so mehr sein, je mehr er aus bloßen Quarztheilen besteht und keine erdige, besonders keine thonige Bestandtheile hat. In Italien bedient man sich der Puzzolana, einer dunkelbraunen, scharfen, vulkanischen Erde, welche mit dem Kalk schnell äußerst hart und fest wird. Kalk und Sand muß endlich gut gemischt sein. Das Verhältniß der Quantität des Sandes zu der Quantität des Kalkes richtet sich nach der Beschaffenheit des letztern; der mit Holz gebrannte Kalk quillt mehr, als der mit Braunkohlen verfertigte; im Allgemeinen aber bedarf der Sand nur einer geringen Beimischung von Kalk, um zu erhärten, denn die Bindung liegt nicht im Sand und nicht im Kalk, sondern in der Vereinigung von beiden. Ich habe mich bei dem Abbruch sehr alter Gebäude überzeugt, daß Stücke von reinem Kalk, die sich in dem nicht sorgfältig gemischten Mörtel befanden, gar nicht erhärtet waren, und daß eben diejenigen Theile des Mörtels, welche am meisten Sand enthielten, oder, wie man sagt, die magersten waren, auch die härtesten geworden waren, sowie denn auch der Sand durch andere Beimischungen, z. B. durch die von Essig und Eisenfeilspänen, zu einer festen Masse zu vereinigen ist. Nur ist es nöthig, daß der Kalk nicht mit einer übermäßigen Menge Wasser angeschwemmt, noch auch viel Wasser bei der Mischung des Kalkes und Sandes zugegossen werde, wodurch, wie man sagt, der Kalk ersäuft wird.

Die Dichtigkeit des Kalkes und seine Kraft, sich mit dem Sande zu einer festen Masse zu vereinigen, wird, so lange wie diese Erhärtung noch nicht

stattgefunden hat oder der Mörtel noch feucht ist, durch den Frost zerstört, und große Hitze verhindert seine Verbindung mit trocknen Steinen, die deßhalb vor ihrer Vermauerung genäßt werden müssen.

Im Wasser löset sich der frische Mörtel auf, wenn derselbe nicht mit Ziegelmehl gemischt wird, welches ihn schneller erhärten macht, bei Constructionen an der Luft aber nachtheilig ist, weil daselbst der damit bereitete Mörtel zu Staub zerfällt.

Mauern, die ohne eigentlich naß zu werden, anhaltender Feuchtigkeit ausgesetzt sind, werden, besonders wenn diese Feuchtigkeit Säuren enthält und ätzender Beschaffenheit ist, am besten mit einem aus Harz, Theer und scharfen Sand über dem Feuer gemischten Mörtel mit Steinen, welche in solcher Feuchtigkeit nicht auflösbar sind, aufgeführt und mit diesem Mörtel rauh überzogen, worauf man an der trockenen Seite der Mauer mit Sandkalk tünchen kann.

Die Construction der gemeinen Bruchsteinmauer kommt schon in der ältesten Zeit vor, und die ägyptischen Pyramiden sind damit erbauet, die Zusammensetzung scheint aber an denselben mit sehr weniger Sorgfalt gemacht, so daß Reisende auf die Meinung verfallen konnten, sie seien keine Artefacte, sondern Naturproducte.

Die Mauerconstructionen des Mittelalters kommen größtentheils auf gemeine Bruchsteinmauern heraus. Gewöhnlich sind sie von Steinen, welche die Bearbeitung mit eisernen Werkzeugen gestatten, construirt, aber es finden sich dergleichen auch besonders bei solchen Gebäuden, welche feindlichen Angriffen widerstehen sollten, von Basalten und harten Feldsteinen, nemlich an Burgen und den Mauern alter befestigter Städte.

Die alten Stadtmauern von Fritzlar, und diejenigen vieler Ritterburgen, unter denen ich hier in Hessen besonders Felsberg und den Weidelsberg bei Naumburg erwähnen will, haben schöne und sorgfältig gemachte Constructionen aus Bruchstücken von Basaltsteinen.

Da diese bekanntlich in sechskantige Säulen brechen, so bestehen die einzelnen Steine dieser Mauern eben aus sechskantigen Prismen, welche wohl zusammengepaßt und auch stets in gleichförmigen Lagen aufgeführt sind, die man in Höhen von ungefähr zwei bis drei Fuß unterscheiden kann. Hierauf beruht die Stärke dieser Mauern, ihre Schwäche besteht dagegen darin, daß sie nur wenig oder gar keine Binder haben können, weil sich die Steine nicht in das Maaß der Mauerdicken bearbeiten lassen.

Ich habe im Venetianischen, zwischen der deutschen Grenze und Treviso, häufig artige Constructionen gesehen, die aus Geschieben von harten Steinen, welche dort die Ströme aus den Alpen mit sich führen, gemacht sind.

Die Steine werden in ovalen Formen von gleicher Größe ausgewählt und nach ihren Farben, die meistentheils entweder hellgelb oder roth sind, sortirt, und alsdann reihenweis, in einer etwas schräg geneigten Stellung der einzelnen Steine aufgeschichtet, so daß die nächste Reihe die entgegengesetzte schräge Richtung erhält und dadurch eine feste Zusammensetzung, die der von Kornähren gleicht, entsteht. Die Reihen erhalten regelmäßig abwechselnd Steine von verschiedener Farbe, wodurch man hübsche Wirkungen hervorbringt.

Gewöhnlich sind die Widerlagsmauern der Felder an Chausseen und Gräben, sowie Befriedigungsmauern, auf diese Weise aufgeführt.

Dreizehntes Kapitel.

Mauern aus Tuffsteinen und Backsteinen.

Die Constructionen aus Tuffsteinen sind wegen ihrer großen Verbreitung im römischen Alterthum einer besonderen Betrachtung werth. Sie kommen gewöhnlich mit Backsteinconstructionen auch mit Bruchstein- und Quaderstein-Zusammensetzungen vereinigt vor und befinden sich an den Ueberresten der bedeutendsten Gebäude des Alterthums, z. B. an den Kaiserpalästen zu Rom, an den weitläufigen Gebäuden der Villa Adriana und den Villen in und bei Tivoli, an den alten Stadtmauern von Rom und der Stadt Pompeji, an den unermeßlichen Wasserleitungen der römischen Campagna und an vielen kleinen Tempeln, unter denen ich als besonders interessant nur den runden Tempel der Vesta zu Tivoli erwähnen will.

Der italienische Tuffstein ist im äußern Ansehen wenig von einem schwach gebrannten Lehmstein verschieden. Er ist weich im Bruch, so daß er daselbst in beliebige Formen geschnitten werden kann, und man könnte versucht sein zu glauben, daß er nichts anderes sei, als eben Lehm, der etwa durch vulcanische Processe erhärtet wäre.

Man findet denselben in drei verschiedenen Constructionsmethoden, nemlich in denjenigen der Backstein-Zusammensetzungen, in welcher Form er besonders häufig an Wasserleitungen, in den Kaiserpalästen u. a. O. vorkommt und von Backsteinen wenig zu unterscheiden ist. Eine zweite Zusammensetzung ist diejenige, welche Vitruv opus incertum, unbestimmteckige Arbeit, nennt, wie z. B. diejenige ist, welche sich an dem Tempel der Vesta zu Tivoli findet. Die Häupter der Mauern bestehen aus kleinen, im Durchschnitt kaum 6 Zoll im Quadrat haltenden, unregelmäßigen Tuffsteinen, welche mittelst des obenerwähnten Mittels eines bleiernen Stabes, mit dem deren Formen abgenommen werden, zusammengesucht und passend gearbeitet sind, während die Mitten der Mauern mit einem Gemisch von Kalk, Puzzolana und kleiner Steinbrocken verfüllt wurden. Die dritte Constructionsweise wird opus reticilatum, netzförmige Arbeit, genannt und besteht aus regelmäßig quadratisch behauenen Tuffsteinen, die vor dem Haupt rautenförmig zusammengesetzt sind, während die Fugen dieser Steine sich nach Innen erweitern und hier mit Mörtel und Steinbrocken in der Art verfüllt sind, daß sich diese Ausfüllung zwischen die Fugen drängen und so das Ganze zusammenhalten muß. Da bei dieser Art von Mauerwerk keine verwechselte Fugen stattfinden und keine durchbindenden Steine angewendet werden können, so würden solche nicht nur leicht Höhenrisse von oben nach unten bekommen, sondern auch eine Ablösung der Häupter von dem innern Kern der Mauer möglich sein, da sich dieser Kern mehr setzen muß, wie die Häupter der Mauern, und also eine Trennung derselben von dem Kern entstehen müßte.

Um dieses zu vermeiden, sind in Zwischenhöhen von einigen Fußen horizontale Lagen von Backsteinen angebracht, die viel dünner, wie die Tuffsteinlagen sind, aber durch die Mauern durchgreifen; zugleich sind die Kanten des Gebäudes aus Backsteinen construirt. In dieser Art sind größtentheils die Mauern der Villa des Adrians bei Tivoli und unzählige andere antike Gebäude construirt, und ein merkwürdiges Beispiel von allen Arten dieser Constructionen des Tuffsteines gibt die Villa des Mäcenas zu Tivoli.

Die Backsteine sind wohl das am allermeisten verbreitete Baumaterial der Welt. Unzählig sind ihre Anwendungen im Alterthum und in unserer Zeit.

Schon die Egypter bauten mit Backsteinen, die man anfänglich nur ungebrannt verwendete. Die Mauern des alten Babylons bestanden aus dergleichen, welche nach den Ausmessungen, die Le Goux de la Boulaye im Jahr 1645 davon machte, ungefähr 3 Decimeter im Quadrat groß und einen Decimeter dick waren. Sie sind mit Erdpech vermauert, und an den Ruinen eines alten Thurmes, den die Einwohner für den Thurm des Nimrod halten, findet sich abwechselnd nach sieben Reihen solcher Steine eine Lage von gequetschtem Schilf, welches mit Stroh und Erdpech vermischt ist. Diese Lagen sind ohngefähr einen Meter von einander entfernt und einen Decimeter dick. Man zählt fünfzig solcher Lagen an dem höchsten Theil dieser Ruinen.

Nichts übertrifft aber die Mannigfaltigkeit von Constructionen, welche die alten Römer mit Backsteinen zu machen gewußt haben. Nicht allein eine große Menge Arten von Mauerwerk, welches allein aus Backsteinen besteht, oder mit andern Steinen gemischt ist, sondern auch Gewölbeconstructionen, Säulen, Fußboden, Gesimse und selbst geschmackvolle Verzierungen sind in den antiken römischen Gebäuden aus Backsteinen und gebranntem Thone gemacht. Die Backsteine sind in den alten römischen Gebäuden quadratisch oder dreieckig. Die größten sind jeder zwei römische Fuß (oder 596 Millimeter) lang und breit und ihre Dicke beträgt den sechsten Theil eines römischen Fußes oder fünfzig Millimeter. Die Backsteine mittlerer Größe haben $1\frac{1}{2}$ römischen Fuß oder 447 Millimeter zur Länge und Breite und 45 Millimeter Dicke.

Die kleinen sind ungefähr 199 Millimeter lang und breit, bei 40 Millimeter Dicke*).

Rondelet ist der Meinung, daß die Backsteinconstructionen der altrömischen Mauern, die zur Zeit der Kaiser gemacht worden seien, Incrustirungen mit dreieckigen Backsteinen wären, die mit der langen Seite nach außen und im Verband nach den Regeln des Isodomon gemacht, die größern viereckigen Steine aber lagenweis durch die ganze Mauer, im Durchschnitt etwa von 4 Fuß zu 4 Fuß Höhe, angebracht seien, um die Ablösung der Incrustirungen zu verhindern, in der Weise wie oben von dem opus reticulatum erwähnt worden ist. Die Verfüllungen des Mauerwerks wären jedesmal vor der Aufführung einer neuen Lage stark geschlagen worden, wovon ein Auseinandertreiben der Häupter nicht zu fürchten gewesen wäre, weil dergleichen Mauerconstructionen in Kasten verfertigt worden seien, denen gleich, die man heut zu Tag zu den Bauten aus gestampfter Erde (Pisé Bau) verwende. Man sehe noch in allen Gebäuden, die ihre Backsteinincrustirung verloren hätten, die Löcher von den Querhölzern, die zu der Bildung dieser Kästen dienten.

Gewiß ist es, daß es wenig altrömische Gebäude gebe, in denen nicht der Kern der Mauerausfüllung von Mörtel und Steinbrocken wäre und ich stimme auch der Meinung bei, daß die vorbeschriebene Construction in Kasten gemacht worden sei. Nicht nur das ganze Ansehen der Construction bestätigt dieses, sondern auch jene Mauerlöcher, die schon in geringer Höhe vom Fußboden vorkommen, wo entweder gar keine Rüstung nöthig war, oder solche doch auf gewöhnlichen Rüstböcken gemacht werden konnten, so daß man diese Löcher nicht für gewöhnliche Rüstlöcher halten kann.

Die innere Ausfüllung der altrömischen Mauern ersparte nicht nur ein Großes an Arbeitslohn, sondern sie hatte auch in vielen Fällen noch einen

*) Rondelet l'Art de Batir II. Liv. Seite 244.

besondern Nutzen, der vielleicht nicht sehr in die Augen fällt, der aber in der Ausführung außerordentlich groß ist. Es kommt nämlich sehr oft ein Neubau an die Stelle eines älteren Gebäudes, von dessen Abbruch sich eine große Menge Schutt bildet, der sich zu einer Construction, die durchgängig aus behauenen Steinen bestehen soll, nicht verwenden läßt, und oft noch mit großen Kosten hinweggeschaft werden muß, dieser Schutt konnte aber zu solchen Ausfüllungsconstructionen benützt werden.

Es ist nicht zu läugnen, daß hierbei der Gebrauch der Puzzolana zu statten kam, indem durch dieselbe der Mörtel nicht nur überhaupt sehr fest wurde, sondern auch schnell erhärtete. Indessen glaube ich, daß die Puzzolana durch einen scharfen und reinen, dabei auch nicht allzu feinen Sand zu ersetzen sei, und halte diese Constructionsmethode auch in unsern Zeiten und mit deutschen Baumaterialien für anwendbar, angenommen, daß man nur wesentliche Vorsicht anwende, die nicht nur in Beobachtung der gegebenen Vorschriften für das Bruchsteinmauerwerk und die Zwischenzüge von Backsteinen, sondern auch besonders darin besteht, daß man die Aufführung des Mauerwerkes nicht übereile, um dem Mörtel Zeit zu lassen, zu erhärten, daß man bei der Erbauung alle Theile des Gebäudes lagenweis und in gleichem Maaße aufsteigen lasse, und dabei nicht übersehe, daß eine solche Mauer eine größere Stärke bedürfe, wie diejenige, welche durchgehends aus bearbeiteten oder regelmäßig geformten Steinen besteht.

Die Gewölbconstructionen, die im römischen Alterthum aus Backsteinen gemacht sind, verdienen vielfältige Aufmerksamkeit. Diejenigen Bogen, welche ganz aus Backsteinen zusammengesetzt sind, schließen auf bewunderswürdige dichte Weise nach den richtigsten Linien. Bei solchen Bogen, die große Massen zu tragen hatten, wie z. B. die von Thüren und Fenstern, hat man vorgezogen, doppelte Reihen von Gewölbsteinen anzubringen. Ueber flachen Gewölben, die nach Kreisabschnitten construirt sind, finden sich besondere halbkreisförmige Bogen, so daß die flachen Bogen nur die Masse über ihnen bis zu den halbkreisförmigen Bogen tragen, wie man dieses z. B. in den Bädern des Caracalla sieht. Besonders merkwürdig sind aber die Gewölbconstructionen, in denen Ausfüllung angebracht ist.

An dergleichen ist die Villa Adriana reich, und es ist zu bewundern, wie viel sich von diesen Gewölben, die nun achtzehn Jahrhunderte existiren und Jahrhunderte ohne Dach jeder Einwirkung der Witterung ausgesetzt sind, erhalten haben.

In demjenigen Theil, den man für die warmen Bäder hält, befindet sich die Hälfte eines Kreuzgewölbes, das nur noch auf den Spitzen ruhet und durch seinen innern festen Zusammenhang sich erhält. Taf. I. Fig. 1. Die Wölbung ist aus Reihen von Backsteinen, die in Zwischenräumen von ungefähr zwei Fuß nach Kreisbogen parallel mit den Stirnmauern stehen, in der Art zusammengesetzt, daß die Räume zwischen diesen Backsteinen mit Mörtel und kleinen Steinen ausgefüllt sind.

Ebenso interessant ist das Gewölbe der Halbcuppel des Canopus, in der Villa Adriana. Sie ist mit muschelartigen Vertiefungen gewölbt und besteht aus Röhren von gebranntem Thon, die in ringförmigen Reihen von etwa einem Fuß Zwischenraum, mit Ausfüllung dazwischen, so zusammengesetzt sind, daß mehrere hintereinander stehen.

Das antike zehneckige Gebäude, welches noch vor achtzehn Jahren in Rom in einem Weingarten unweit Porta maggiore stand, und unter dem Namen Galluzzo oder auch als Tempel der Minerva medica oder des Hercules bekannt ist und ein Theil von Bädern zu sein scheint, und welches im Jahre 1829 eingestürzt ist, war an den zehn Kanten von Backsteinen construirt, die sich mit Verzahnungen in eine Ausfüllung von Mörtel und kleinen Tuffsteinen einsetzen. Die

Dicken des Gewölbes waren außerordentlich gering und es ist wunderbar, wie sich dasselbe so lange erhalten konnte.

Sehr schön ist die Construction der erhaltenen Seitengewölbe des Friedenstempels, Taf. I. Fig. 2, welche abwechselnd aus dreifach vertieften achteckigen, und einfach vertieften viereckigen Feldern oder sogenannten Cassaturen besteht, die alle aus Backsteinen construirt sind, deren Kanten mit den Widerlagen parallel laufen.

Hieher gehört auch die Erwähnung der Construction aus Krügen von gebranntem Thon, wie solche z. B. in dem Circus des Caracalla erhalten sind. Sie dienten dazu, um den Raum zwischen den Stufen (Gradinen) des Circus und der Außenmauer, sowie der untern Wölbung auszufüllen. Eine besondere Wölbung über der untern großen Wölbung würde mühselig zu machen gewesen sein und eine Verstärkung der untern Wölbung erfordert haben, eine dichte Ausfüllung aber würde nicht nur mehr Masse erfordert, sondern auch das Gewölbe belastet haben, so wählte man diese Art von Construction, die noch mehr ökonomisch, wie die gewöhnliche Mörtelausfüllung war. Seltsam erscheint es, daß man Krüge mit Henkeln und Fuß dazu nahm, und hatte solches vielleicht eine zufällige Veranlassung, etwa diejenige, daß diese Krüge, wenn sie eine Zeitlang zu ihrem ursprünglichen Endzweck gedient hatten, nicht ferner dazu anwendbar waren. An dem Circus des Caracalla, sowie an den benachbarten Equirien (Pferdeställen) desselben Kaisers ist noch bemerkenswerth, daß die Mauern abwechselnd mit einer Lage Backsteinen und einer Lage Tuffsteinen erbaut sind.

Sehr wohl ausgedacht sind die Säulenconstructionen aus Backstein, die sich zu Pompeji befinden. T. I. F. 3. Sie bestehen aus einzelnen Keilstücken von Backsteinen die sich in der Mitte der Säule um einen vieleckigen Backstein vereinigen, worauf eine ähnliche Lage mit verwechselten Fugen zu liegen kommt, so daß dadurch zugleich die Oberfläche der Säulen eine Gestalt empfängt, die geeignet ist, die Tünche mit der nun die Säule überzogen wird, fest zu halten.

Von Backsteinfußboden hat sich aus dem römischen Alterthume wenig anderes, wie die kornährengleiche Zusammensetzung der Backsteine auf die hohe Kante, erhalten, in welcher Art die Fußboden unter den Arcaden des Colossäum, T. I. F. 4, aus Millionen Backsteinen von der kleinsten Sorte construirt sind, die unglaublich dicht in den Fugen schließen und wobei die geringe Größe der Steine in dem Riesenbau nicht befremden darf, da bei der geringen Größe der Steine auch nur wenig Veränderung in deren Ausdehnung, durch abwechselnde Temperatur entstehen konnte, also auch die Fugen, welche in der That auch nur wie feine Linien sichtbar sind, sich nicht öffnen konnten. Diese Construction hat man auf der Platteform der Peterskirche nachgeahmt.

Aber am künstlichsten ist die Construction von Gesimsen und Verzierungen, die sich an mehreren Tempeln des römischen Alterthumes, besonders schön an dem Tempel der Musen, T. I. F. 39, (oder nach andern des Bacchus, befinden, wo alle Theile des prächtigen Gesimses aus Backsteinen bestehen. Wiewohl alles aus kleinen Stücken zusammengesetzt ist, so verliert das Ganze dadurch nicht, sondern es gewinnt selbst, indem die Zusammensetzung zum Theil Verzierungen bildet. Die Ornamente der Gliederungen sind nicht so tief und dunkel gehalten, wie bei Gesimsen von Marmor, weil sie auf eine leichte Weise geformt werden mußten, aber sie sind ungemein elegant, von bestimmten Umrissen, besser erhalten, wie viele Marmorarbeiten, und haben ein gefälliges Ansehn. Es sind diese Backsteingesimse aus einer neueren Zeit wie der übrige Tempel.

Die Baukunst des Mittelalters hat ebenso wohl mannigfaltige Backsteinconstructionen angewendet, besonders gilt dieses von den byzantinischen und den sogenannten gothischen Gebäuden in Italien; wie denn der Backsteinbau über-

haupt so verbreitet in Italien ist, daß man wohl mehr als tausend Gebäude von Backsteinen für eins von Bruchsteinen oder Quadern zählen kann.

Die Kirche von San Vitale zu Ravenna, welche im sechsten Jahrhundert erbaut ist und in ihrer Bauart einen Uebergang von der altrömischen zu der byzantinischen oder neugriechischen bildet, ist vielfältig wichtig für das Studium der Baukunst und zeichnet sich auch durch ihre künstliche Construction, von Materialien aus gebranntem Thon aus. T. I. F. 5, 6, 7 u. 8. Die achtkantige Cuppel besteht aus spiralförmig gewundenen Röhren, die an einer Seite zugespitzt und ringförmig ineinander gesteckt sind; die äußere schraubenförmige Gestalt aber ist vermuthlich dazu bestimmt, einen besseren Anhalt für den Mörtel zu gewinnen. Der untere Raum zwischen Außenmauer, ist ohne Zweifel zur Verminderung des Gewichts mit Krügen ausgemauert, deren Form denen der Aschenkrüge ähnlich ist.*)

Die Markuskirche, dieses Hauptwerk der byzantinischen Baukunst, ist, wie ich oben erwähnt habe, im Kern des Mauerwerks, von Backsteinen erbauet, die innern Cuppeln sind von dergleichen (die äußeren sind von Holz). Hieher gehören auch die vielen Thürme, die man in Italien von byzantinischer Bauart sieht, und an denen häufig sehr hübsche Gesimse mit Verzierungen vorkommen. Von den römischen will ich unter Vielen nur den des Klosters Santa Francesca romana, dem Colossäum gegenüber, erwähnen.

Die beiden Thürme Garisendi und Asinelli in Bologna sind von Backsteinen erbaut und ist besonders der Letztere dadurch merkwürdig, daß er so sehr bedeutend aus dem Loth gewichen ist. Am meisten hiedurch bekannt ist aber der Thurm von Pisa, über den so viel Streit ist, ob er absichtlich oder zufällig schief sei. In der sogenannten gothischen Bauart ist die Backsteinbauart insoweit auch sehr häufig, als die Masse und der Kern der gothischen Gebäude in Italien meistentheils von Backsteinen besteht.

In Deutschland sind Backsteinconstructionen an Gebäuden dieser Art selten. An dem erhaltenen alten Befestigungsthurm zu Oberwesel, gleich neben der Kirche und dicht am Rhein, finden sich zierliche Constructionen von Tragsteinbogen, aus abwechselnd hellgelben und röthlichen Backsteinen.

In der Kirche zu Oberwesel sind im Chor noch Spuren von einem Fußboden aus kleinen quadratischen Backsteinen von 2½ Zoll Breite und 2½ Zoll Länge, sowie ½ Zoll Dicke deren Oberflächen farbig glasirt und die so gelegt sind, daß dadurch ein gefälliges Muster gebildet wird.

In unserer Zeit werden nicht nur die Constructionen der älteren Perioden nachgeahmt, sondern es gibt auch einige eigenthümliche Methoden in der Zusammensetzung der Steine. Die einfachste Verbindung ist eine dem Isodomus der Griechen ähnliche, die aber nur bei schwachen Mauern von der Stärke eines halben Backsteines gebraucht wird, weil bei derselben kein Verband der Mauern nach ihrer Tiefe stattfindet, indem sich dieselben in ebenso viel senkrechte Schichten, wie Backsteinlagen horizontal vor einander liegen, abtheilen.

Stärkere Mauern T. I. F. 9. a, b, 10. a, b u. c. werden im Blockverband oder im Kreuzverband construirt, welche beiden Verbindungsmethoden das mit einander gemein haben, daß in denselben Schichten von Laufern und von Streckern mit einander wechseln, darin aber verschieden sind, daß, während bei dem Blockverband die aufrechten Fugen der Streckerschichten sowohl, als diejenigen der Lauferlagen, Strecker zu Strecker und Laufer zu Laufer, aufeinander passen, bei dem Kreuzverband nur die Fugen der Streckerschichten aufeinander passen, während diejenigen der Lauferschichten wechseln.

---

*) Rondelet, Tom III. pag. 219. Pl. 81.

Der Kreuzverband ist weit vorzüglicher als der Blockverband, weil bei dem erstern eine theilweise Senkung und Ablösung des Mauerwerkes größeres Hinderniß findet, als bei dem Blockverband.

Hinsichtlich der horizontalen Richtung der Fugen gilt die Regel, daß solche durchgehen müssen und nicht in derselben Lage verwechselt sein sollen, weil außerdem ein theilweises Zusammentreffen der Fugen der Lage mit Verwechselungen zu denen der zunächst liegenden untern und obern Lage entstehen müßte, dieses verbietet jedoch nicht, in der horizontalen Lage hinter einen Laufer zwei Strecker in der Art zu legen, daß dieselben mit dem Laufer ein Rechteck bilden, es ist dieses vielmehr Regel, indem dadurch senkrechte Schichtabsonderungen verhindert werden. An den Kanten des Gebäudes, sowohl an den Endecken als an Thür und Fenstergewänden muß man vermeiden, halbe oder Viertelssteine anzuwenden: die erstern würden den Verband stören, die andern wegen ihrer geringen Breite in keinen festen Schluß kommen; man nimmt daher an solche Stellen sogenannte Dreiviertelsteine, und stellt den Kreuzverband dadurch her, daß man in der Lauferschicht, welche die Fugen verwechseln soll, zunächst dem Eckverband einen Strecker anbringt. Ueberhaupt aber lassen sich die Regeln des Backsteinverbandes auf die drei Hauptregeln bei der Construction aller Mauern zurückführen, nämlich, wagerechte Lagerfugen, lothrechte Häupter und verwechselte Stoßfugen, welchen letztern bei dem Backsteinverband noch zugeht: „die verwechselten Stoßfugen müssen nach der ganzen Dicke der Mauern durchgreifen."

Für Gefachausmauerung in hölzernen Gebäuden wird der Verband Isodomos gewählt, besser jedoch eine besondere Zusammensetzung, wonach eine Lage aufrechter oder, wie man sagt, auf die hohe Kante gestellter Backsteine mit plattliegenden wechselt, wodurch die Lagerfugen vermindert werden, welches bei dem Gefach wesentlich ist, da bei dem Eintrocknen und Setzen der Lagerfugen das Holzstück, welches das Gefach schließt, sich nicht mitsenken kann und folglich leicht zwischen dem Holz und den Steinen ein offenes Lager entsteht.

In England, wo man fast ausschließlich anderer Materialien von Backsteinen bauet, ist man sehr bemühet gewesen, die Constructionen derselben möglichst wohlfeil einzurichten. Man bauet deßhalb nicht nur äußerst dünn, sondern ein Engländer, Namens Silverlock, hat auch eine Methode angegeben, wonach diese schon dünnen Mauern hohl gebauet werden, T. I, F. 11 a, b u. c, indem man alle Steine auf die hohe Kante stellt und rechteckige Fächer bildet, welche je durch zwei Laufer und zwei Strecker entstehen, während die nächste Lage in der Art verwechselt wird, daß die Strecker über der Mitte der Laufer liegen. Auf diese Weise bauet man Wände von neun Zoll Dicke, ist aber dabei auf sorgfältige Gründung sehr bedacht. Es ist einleuchtend, daß eine solche Bauart mit Umsicht und Aufmerksamkeit angewendet, nicht nur sehr sparsam, sondern auch sehr speditiv sei, indem dergleichen Mauerwerk sehr schnell zu construiren ist und sehr schnell trocknet, auch ein schnelles Trocknen der Tünche befördert. Es dürfte nur bei dergleichen Constructionen die Leitung eines erfahrenen Architekten besonders nöthig sein, da sonst Manches dabei vorkommen könnte, welches dem Bau ein trauriges Ende bringen möchte. Auf keinen Fall ist aber diese Construction auf hohe Mauern oder in mehreren Stockwerken über einander anwendbar.

Wesentlich fester und minder bedenklich auszuführen ist der von dem englischen Architekten Wilhelm Chambers beschriebene Mauerverband der chinesischen Häuser, welcher T. I, Fig. 12 a, b und c abgebildet ist. Die Mauern dieser Häuser sind gewöhnlich ungefähr achtzehn Zoll dick. Die Backsteine, aus denen sie aufgeführt sind, haben ziemlich die Größe der unsrigen. In den Grund

werden drei oder vier Reihen Backsteine ganz dicht gelegt, hierauf ordnet man die Backsteine an den Außenseiten der Mauern so, daß Steine, die quer liegen, mit solchen, die nach der Länge angebracht sind, in der Art wechseln, daß die querliegenden Steine zusammentreffen und die ganze Breite einnehmen, aber zwischen denen, die nach der Länge gelegt sind, ein leerer Raum in der Mitte der Mauer bleibt. Auf diese erste Lage lassen sie eine zweite folgen, in der alle Backsteine nach der Länge gelegt werden, so daß man die Fugen der querliegenden Steine der ersten Lage mit einem ganzen Backsteine in der zweiten bedeckt und so wechselt man. — Ich habe diese Construction für das zweite Stockwerk zweistöckiger Gebäude angewendet, die jetzt ohne Mangel zehn Jahre stehen. —

Unter den modernen Gewölbeconstructionen aus Backsteinen sind die von dem Grafen d'Espie beschriebenen flachen Wölbungen mit platt gelegten Backsteinen besonders merkwürdig, deren Construction, nach Rondelet's Versicherung seit undenklichen Zeiten in der Provinz Rousillon im Gebrauch ist und sehr viel dauerhafter sein soll, als ihr Ansehen glauben macht. Die Hauptsache dabei ist, daß nicht mit Kalkmörtel, sondern mit Gyps gemauert wird, welcher eigentlich das ist, was dem Ganzen Festigkeit gibt. Sie werden erst angefangen, wenn die Mauern eines Gebäudes vollendet und unter Dach sind, und die Mauern sich sowohl in Absicht auf den Grund und Boden, als auch auf ihre Construction vollkommen gesetzt haben. Man fängt an beiden Seiten des Lehnbogens zugleich an und schließt, wie gewöhnlich in der Mitte; wenn einige Reihen von der untern Lage gelegt sind, so werden eben so viel von der zweiten Lage in jeder Richtung mit verwechselten Fugen aufgemauert. Die Steine werden bei der Arbeit nicht platt aufgeschlagen, sondern von der Seite gegen einander getrieben. Angestellte Versuche haben bewiesen, daß Steine von mehreren tausend Pfunden Gewicht, die man 5′ bis 6′ hoch auf ein solches Gewölbe fallen ließ, nur ein Loch ungefähr von der Größe der Steine durchschlugen, ohne weiter das Gewölbe zu beschädigen. Man pflegt diese Gewölbe nach der Form der Klostergewölbe ungefähr wie die Decke einer Kutsche (à l'imperiale) zu construiren. Bei einem dergleichen Gewölbe konnte man eine der vier Mauern wegnehmen, ohne daß solches einstürzte, ja man durfte solche, mit Ausnahme der vier Gewölbspitzen in den Ecken, durch Sägeschnitte von den sie umgebenden Mauern trennen und mit einem beträchtlichen Gewicht belasten, ohne daß dieses die mindeste Wirkung auf das Gewölbe gehabt hätte. Die ganze Stärke dieser Art Gewölbe besteht in der Bindkraft des Gypses und wer diese Construction nachahmen will, muß von dessen Eigenschaften, die örtlich gar sehr verschieden sind, genau unterrichtet sein. Da diese Gewölbe ein Stück ausmachen, so üben sie geringen oder keinen Seitendruck auf die Widerlagsmauern aus, sie möchten aber leicht durch Feuchtigkeit leiden und besonders unmittelbar unter Bedachungen durch geringe Beschädigung dieser letzteren großen Schaden nehmen können. —

Bei allen vorerwähnten modernen Backsteinconstructionen werden rechteckige Steine verwendet, welche halb so breit als lang sind, angenommen, daß die Fugen ganz dicht sind und keine Mörteldicke haben, sonst muß die Länge so viel betragen, wie zwei Breiten einschließlich der Fugendicke; man macht solche selten über einen Fuß Cassler Maaß lang. Ihre Dicke beträgt dabei gewöhnlich zwei Zoll. Bei einem größeren Cubikinhalt würden sich dieselben wohl auch gehörig brennen lassen, aber den Arbeiter, der sie formt, sehr ermüden, ja demselben ein anhaltendes Arbeiten unmöglich machen.

Zu Fußböden hat man quadratische und rautenförmige Steine gebraucht, wiewohl auch dazu die rechteckigen den besten Verband, nämlich den kornährengleichen geben.

Vierzehntes Kapitel.

Bereitung der Backsteine.

Die Bereitung der Backsteine ist sehr einfach; sie werden in viereckigen Kästen von Holz oder in Rahmen von Holz ohne Boden oder auch und am besten in Kästen, deren fester Boden Holz und deren aufrechte Wänder von Eisenblech sind, geformt, indem der Arbeiter eine hinreichende Masse Thon oder Lehm mit Kraft hineinwirft und oben dieselbe mit einem Draht abschneidet; der Kasten ist zuvor in Wasser eingetaucht und unmittelbar vor dem Formen mit Sand ausgestreuet worden. Der Stein wird aus der Form an einem trockenen Ort platt niedergelegt, bis er so viel Festigkeit erlangt hat, daß er aufrecht gestellt werden kann, welches am folgenden Tag der Fall ist. In dieser Zeit ändert derselbe seine Dimensionen und zwar nach der von mir mit einem dem Thon sehr nahekommenden Lehm, der vortreffliche Backsteine gab, gemachten Erfahrung, um den zwanzigsten Theil seiner Ausdehnung sowohl in Länge als Breite und Dicke. Wenn der Stein völlig trocken ist, vermindert sich seine Ausmessung durch das Brennen nur wenig. Den Brennofen kann man aus den ungebrannten Steinen erbauen, ein viereckiger Raum, dessen Mauern eine hinreichende Dicke haben, um nicht durch die Glühhitze des Ofen aus einander getrieben zu werden, wird mit parallel laufenden Bänken versehen, zwischen denen das Feuer mittelst möglichst kleiner rund überwölbter Oeffnungen eingeschürt wird. Gewöhnlich legt man die Brennofen vier bis fünf Fuß tief in die Erde, um dadurch einen Gegenhalt für deren Seitenmauern zu gewinnen. Die Höhe des Ofen kann dessen Breite ungefähr gleich sein. Die Länge darf so viel ausgedehnt werden, als thunlich ist, um nach der ganzen Länge in den Feuergängen den Brand unterhalten zu können. Wenn die Steine aus dem Ofen genommen werden, was erst geschehen darf, wenn sie nicht mehr sehr warm sind, ist es sehr wesentlich, die nicht festgebrannten auszusortiren, und können dieselben beim nächsten Brand wieder mit eingesetzt werden.

Fünfzehntes Kapitel.

Mauerwerk aus ungebrannten Lehmsteinen.

Der Bau mit ungebrannten Lehmsteinen ist in unserer Zeit wieder sehr oft empfohlen worden und hat besonders in meiner Nachbarschaft in Gießen

eine große Anwendung gefunden. Es sind eine beträchtliche Zahl von Privatwohnungen mit diesem Material erbaut worden, man könnte sagen, ganze Straßen. *)

Man hat viel über den ökonomischen Vortheil dieser Bauart verhandelt. Es kam diese Frage bei dem Bau eines Landhauses in Erwägung, zu dem wegen großer Entfernung eines guten Steinbruches Bruchsteine nicht ohne große Kosten verwendet werden konnten, und ich trug auf Backsteine an, womit der Bau auch ausgeführt wurde. Die Kosten desselben betrugen nach Abrechnung der nicht unmittelbar zum Gebäude gehörigen Gegenstände und der Verzierung mit Malerei und Bildhauerarbeit, den Tapeten u. dgl. um und bei 16000 Thlr.; hierin waren 390,000 Backsteine mitbegriffen. Hätte man statt dieser Backsteine die ungebrannten Lehmsteine genommen, so wären 65 Klafter Holz, die dazu erforderlich waren, um solche zu brennen und außerdem die Kosten des Brennofens und der Arbeitslohn des Brenners erspart worden. Die Klafter Holz konnte dort, wo meistentheils Ausschuß von Brennholz, das sehr in der Nähe war, verwendet wurde, mit dem Transport an den Bauplatz kaum zu $4\frac{1}{2}$ Thlr. berechnet werden, während solches an andern Orten zu 7 Thlrn. im Preise stand, und die Kosten des Brennofens mit leichtem Schuppen betrugen um so weniger, als die Ziegel und das Gehölze desselben und selbst ein Theil der Steine des Ofens nach Vollendung der Backsteinfabrikation noch brauchbar blieben, ich darf solche höchstens zu 50 Thlr. anschlagen, der Arbeitslohn für das Brennen konnte endlich zu 16 alb. für Ein Tausend Backsteine berechnet werden, also betrug die Ersparung auch bei dem höchsten Preise des Holzes nur

---

*) Die gewöhnlich dort verwendeten Lehmsteine sind $11\frac{1}{2}$ Zoll lang, $7\frac{1}{2}$ Zoll breit und $3\frac{1}{2}$ Zoll dick, andere, welche zu schwächeren Mauern verwendet werden, $11\frac{1}{2}$ Zoll lang, $5\frac{5}{8}$ Zoll breit und 4 Zoll dick; dieselben sind aus Lehm und einer beträchtlichen Quantität Flachsschebe bereitet, eine genaue Angabe des Verhältnisses zwischen Lehm und Schebe konnte ich nicht erhalten, es wurde aber erwähnt, daß im Ankauf die Steine, welche weniger Schebe enthielten, wesentlich geringer bezahlt würden. Der Lehm wird, wenn er sehr fett ist, mit solchem, der magerer ist, vermischt, und muß dann einige Zeit angefeuchtet liegen bleiben, bevor er zum Formen der Steine tauglich ist.

Zum Vermauern der Steine wird als Mörtel wieder Lehm mit Schebe ziemlich dünn so, daß er noch flüssig ist, verwendet.

Der Mauerverband der Steine wurde nicht immer sehr sorgfältig gewahrt, bald war es Blockverband, bald Kreuzverband.

Die Mauerdicken eines zweistockigen Hauses betrugen im untern Stockwerke, bei Stockwerkshöhen von 10 bis 12 Fuß 2 Fuß, im obern Stockwerke $1\frac{1}{2}$ Fuß. Die Scheidewände waren von Fachwerk und die Querwände häufig zur Verankerung der Außenwände benutzt.

Der Fuß der Mauern über den Sokelmauern, die aus Bruchsteinen bestanden, deren Oberfläche mit sehr festen Backsteinen verglichen war, bestand sechs Zoll hoch eben sowohl aus Bruchsteinen, die wiederum mit Backsteinen verglichen waren.

An den Thür- und Fenstergewänden waren Klötze eingemauert, über den Gewänden lagen Sturze von Eichenbauholz, die mit Lehmsteinen flach überwölbt waren.

Die Mauerlatten (die wagerechten, unmittelbar auf den Mauern liegenden Bauhölzer, auf welchen die Balken ruhen) waren sowohl in den Stockwerken, wie unter'm Dache doppelt und den inneren und äußeren Mauern gleich gelegt, die Balkenköpfe waren von außen sichtbar.

Für die Ruthe Bruchsteinmauer zu 256 Cubikfuß altes Werkmaß zahlte man bei ziemlich harten rothen Sandsteinen 6 fl. 30 kr. Arbeitslohn, für die Ruthe Lehmsteinmauer 5 fl.

Ich bin nicht kürzlich in Gießen gewesen, aber ich habe vernommen, daß man nicht ganz mit den Resultaten des Lehmsteinbaues dortselbst zufrieden sei, wenigstens zeigten sich bei meiner Anwesenheit bald nach der Erbauung schon theilweise die üblen Folgen, die ich weiter unten erwähnt habe, z. B. Abfallen der äußeren Tünchungen der Häuser u. Anderes.

700 Thlr., wovon etwa 100 Thlr. für die zu den Lehmsteinen, welche nicht gebrannt werden, erforderliche Schebe abging, so daß nur 600 Thlr. oder bei dem geringeren Preis des Holzes selbst nur $437^1/_2$ übrig blieben.

Dagegen wäre man bei der Verwendung von Lehmsteinen genöthigt gewesen, die Mauern wenigstens um die Hälfte zu verstärken und auch die auf Felsen stehende Fundamente in gleichem Verhältniß breiter zu machen, wodurch die Ersparung nicht nur völlig hinweggenommen, sondern auch das, was bei den Backsteinmauern der Kalkmörtel statt des Lehmes kostete, größtentheils gedeckt worden wäre. Der Kalkmörtel war bei ungewöhnlich theurem Sand, aber wohlfeilem Kalk zu dem Betrag von um und bei 550 Thlr. zu berechnen, während der Lehm, der sich sehr nahe am Bauplatze fand, nur sehr wenige Kosten für das Graben und den geringen Transport veranlaßte. Das Gebäude hatte aber viele kleine Abtheilungen und verhältnißmäßig zu dem Raum, den es einnahm, viel Masse, was daher hierbei Anwendung fand, wird es bei andern Gebäuden, die weniger Masse haben, noch mehr thun, und so hätte hier unter den günstigsten Umständen für den Lehmsteinbau und bei Annahme des höchsten Preises für Holz und Kalkmörtel die Ersparung im Verhältniß zu einem Gebäude von Backsteinen bei einem Gesammtaufwand von 16000 Thalern nur einige hundert Thaler betragen, würde aber ganz weggefallen sein, wenn man zu der Vermauerung der Backsteine statt des Kalkmörtels Lehm verwendet hätte, was mit dem Lehm unserer Gegenden recht wohl angeht. Außerdem hat der Lehmsteinbau folgende Nachtheile:

1) Mit der Lehmsteinmauer können keine Quadersteinconstructionen in Verbindung gebracht werden.

2) Bei einem sehr schnellen Bau sind Ausweichungen möglich und bei schwachen Mauern ist selbst der Einsturz derselben zu befürchten, weil die Steine durch den nassen Lehm erweicht werden. Bei einem langsamen Bau ist aber durch eintretendes starkes Regenwetter Verderb der Lehmsteine und selbst der damit gemachten Mauern zu fürchten.

3) So wie die Lehmsteinmauern die Quadersteine und die daraus zu machenden vorzüglichen Constructionen ausschließen, so lassen sie auch die besten aus harter Masse bestehenden Tüncherarbeiten nicht zu und geben überhaupt für den Kern des Gebäudes eine unvollkommene Substanz.

4) Darf es nicht übersehen werden, daß das Material eines Backsteinbaues beim Abbruch desselben viel werth ist, während von einer abgebrochenen Lehmsteinmauer kaum einige brauchbare Lehmsteine übrig bleiben.

Endlich 5) gibt es auch Fälle, wo der Lehmsteinbau nicht nur nicht weniger, sondern selbst mehr kostet, wie Bruchsteinmauerwerk, welche Fälle eintreten, wenn gute Steinbrüche in der Nähe sind und das Fuhrlohn für die Bruchsteine gering ist.

Was aber bei dieser Constructionsmethode den unbemittelten Bauenden reizt, ist, daß es mit geringeren anfänglichen Auslagen möglich ist, die rohe Masse eines Gebäudes in die Höhe zu bringen und — wenn dieselbe einmal steht, Credit zum weiteren Bau zu finden.

Allerdings machen Localverhältnisse hierbei Unterschiede, besonders wenn die Preise der Brennmaterialien sehr hoch sind.

Es versteht sich auch von selbst, daß man nicht den Lehmsteinen gegenüber gebrannte Thonsteine, die ungleich theurer sind, als gebrannte Lehmsteine, verwendet, denn wo man Lehmsteine verwenden will, muß man Lehm haben und die daraus verfertigten Steine in der Regel auch brennen können.

In jedem Falle wird das gegebene Beispiel Anleitung geben, um einen Kostenvergleich nach ähnlichen oder unähnlichen Localitäten leicht berechnen zu können.

Sechszehntes Kapitel.

Vom Pisé-Bau.

Diese im südlichen Frankreich übliche Construction besteht darin, daß man die Form der zu errichtenden Mauern lagenweis in Kästen aufstellt, die mit fest geschlagener Erde ausgefüllt werden. Die Kosten sind noch geringer, als diejenigen von Lehmsteinmauern. Die Mauern müssen aber noch stärker gemacht werden, und die Pisémauern haben alle die Nachtheile, welche bereits von den Lehmsteinmauern erwähnt worden sind. Sie werden auch meistentheils nur zu geringen Gebäuden verwendet.

Im Ganzen scheint das südliche Klima dieser Bauart günstiger, wie das nordische. Daß solche übrigens auch in unserem Klima anwendbar sei, ist durch Beispiele erwiesen.*) Die erwähnten Kasten bestehen aus Tafeln von Tannenholz, die mit Nuthe und Federn zusammengesetzt und durch Querleisten, die daran mit umgenieteten Nägeln befestigt sind, zusammengehalten werden. Diese Tafeln werden aufrecht auf Querhölzer und Schlüssel gestellt und durch Säulen, die in diesen Querhölzern eingezapft sind, befestigt. Diese Säulen sind durch zusammengeknebelte Stricke angezogen und durch Querstäbe, die der Dicke der Mauern gleichkommen, von Innen auseinander gehalten.

Die Tafeln sind gewöhnlich 3,248 Meter lang und 0,893 hoch. Die Säulen oder Pfähle werden 1,46 hoch, worin die sechs Zoll langen Zapfen begriffen sind. Die Querhölzer oder Schlüssel erhalten 1,137 Millimeter Länge und 0,1 Dicke. Die Zapfenlöcher selbst werden 0,284 lang. Die Keile, deren man sich bedient, um die Pfähle in diesen Zapfenlöchern anzutreiben, müssen 0,244 obere und 0,04 untere Breite haben, bei einer Länge von 0,54.

Die Erde, die man zu dieser Construction nimmt, kann von verschiedener Beschaffenheit sein, einmal solche, die derbe Schollen gibt, aber auch Gartenerde ist dazu brauchbar. Sie darf weder zu mager noch zu fett sein und sie muß eine gewisse mittlere Feuchtigkeit haben, so daß sie fest zusammengedrückt ihre Form behält, wenn man sie auf den Boden fallen läßt.

Thür und Fensteröffnungen werden mit Bauholz überlegt.

*) In Gießen hat man mir ein von dem Buchhändler Herrn Heyer aus Pisé erbautes Landhaus gezeigt.

Dritter Abschnitt.

Die verschiedenen Anwendungen des Mauerwerks zu dessen Zwecken.

Siebenzehntes Kapitel.

Fundamentmauern.

Zu den Fundamentmauern sollen vorzüglich feste und lagerhafte Steine, und zu deren Kalkmörtel soll frisch gelöschter Kalkmörtel genommen werden.

Die Construction der Fundamente aus Steinbrocken und Kalkmörtel, die ohne Verband zusammengeschüttet werden, ist in allen Zeiten üblich gewesen; ich halte solche für sehr nachtheilig besonders bei einem Bau, der mit Schnelligkeit betrieben werden soll. In festem felsigem Boden sind keine tiefen Fundamente nöthig und in weichem Boden können solche zusammengeschüttete Fundamente, deren Ausweichen der weiche Erdboden wenig oder gar keinen Widerstand leisten kann, keine sichere Unterstützung für schwere Wände und Mauern sein. Ueber die den Fundamentmauern zu gebende Stärke sind in alter und neuer Zeit verschiedene Meinungen.

Vitruv *) will, daß man die Fundamente um die Hälfte stärker machen soll, wie die reinen Mauern.

Palladio **) schreibt vor, daß man die Fundamente noch einmal so stark, wie die reinen Mauern und auf weichem Boden noch breiter machen solle, daß man ihre Dicke aber nach oben von beiden Seiten gleichförmig vermindern müsse. Ich habe sehr viele Gebäude Palladio's gesehen, von denen wohl die wenigsten und namentlich nicht die venetianischen auf gutem Baugrund stehen, ich erinnere mich aber nicht, irgend an denselben Ausweichungen oder Risse bemerkt zu haben, sie scheinen mir vielmehr vorzüglich gut im Loth zu stehen.

Nach Scamozzi sollen die Mauern im Grund nur um 1/4 dicker als über Erde sein.

---

*) Vitruv. Lib. III, cap. III. Nach der Lesart Item supra parietes (statt supra, parietis) ad eundem modum crassitudo servanda est, in welcher Lesart mich die neueste Ausgabe des Vitruv von Stratico, Utine 1827 unterstützt.

Palladio I quattro libri dell' Architettura Lib. I, cap. VIII.

Philibert de Lorme's*) Meinung stimmt mit der Lehre Vitruv's, daß man die Grundmauern um die Hälfte dicker, wie die reinen Mauern machen solle.

Belidor sagt**), es sei unrecht, daß man bei dergleichen Vorschriften das Verhältniß der Fundamentdicken nur nach der Dicke der obern Mauern und nicht auch nach der Höhe der Mauern richte; man solle z. B., angenommen, daß eine Mauer von zwanzig Fuß Höhe bei einem Fundamentvorsprung von vier Zoll auf jeder Seite vollkommen sicher stände, nach einem Regel de Tri-Exempel die Dicke mit der Höhe wachsen lassen, so daß also, wenn 20 Fuß Höhe 4 Zoll jederseitigen Vorsprung gäben, 50 Fuß Höhe 10 Zoll dergleichen geben würden.

Ohne Zweifel muß der Grund und Boden bei dem Verhältniß der Fundamentdicken berücksichtigt werden. Auf einem felsenharten Boden, der nicht tief unter der Erdoberfläche liegt, scheint kaum ein größerer Fundamentvorsprung erforderlich, als derjenige ist, welcher durch die rauhen Häupter der Mauern nothwendig wird, während auf weichem Grunde breite Fundamente von einem bedeutenden Nutzen sind. Außerdem entscheidet nicht nur die Höhe der Mauern über Erde, sondern auch die eigene Höhe der Fundamente, welche besonders in Betracht kommt, wenn man den Druck, den der Erdboden gegen dieselben ausübt, nicht als gleichförmig von beiden Seiten betrachten kann, wie dieses z. B. bei Fundamenten an Bergabhängen der Fall wäre.

Bei der Fundamentirung der Cattenburg***) allhier hat man folgendes Verfahren beobachtet, das mir empfehlenswerth scheint. Die Fundamente, die an einigen Stellen bis zu 60 Fuß Tiefe gingen, in der Mehrheit jedoch nur ohngefähr 30 Fuß Tiefe hielten, hatten unter den Außenmauern auf der äußern Seite drei Fuß Vorsprung, auf der innern Seite zwei Fuß dergleichen. Die innern Mauern waren an jeder Seite 2 Fuß breiter. Die reinen Außenmauern hatten in der Regel 5 Fuß Stärke, folglich im Fundament 10 Fuß; da wo vor denselben im zweiten Stockwerk Säulen standen, waren sie 14 Fuß dick, und folglich 19 Fuß in den Fundamenten. Die innern Mauern waren gewöhnlich 2 und 3 Fuß stark und demnach 6 und 7 Fuß in den Fundamenten dick. Man fing den Bau dieser Mauern damit an, daß man die in den Felsen gehauene Sohle ebnete, solche mit einer Mörtellage bedeckte und hierauf 10 Zoll Dicke und 5 bis 6 Fuß breite Steinplatten von ungefähr 10 Fuß Länge horizontal legte, worauf sodann die Mauern von mäßig großen Bruchsteinen aufgeführt wurden. An den Stellen, wo man vorgezogen hatte, nicht bis auf den Felsen zu gehen, sondern mittelst liegender Roste auf eine sogenannte gewachsene Lehmlage zu gründen, wurden diese aus Eichenholz bestehenden Roste in den Gefachen des Rostes zuvor mit Bruchsteinen in Lehm ausgemauert und hierauf die Steinplatten jedoch ohne Kalkmörtel gelegt.

Sodann wurden die Fundamentmauern nach ihrer ganzen Dicke gemauert (nicht mit Brocken aufgefüllt), auch lagenweis von Zeit zu Zeit verglichen.

Diese Fundamente, an denen bis zu 1000 Menschen täglich arbeiteten, haben eine große Festigkeit erlangt, nur einige wenige freilich nicht unwesentliche Stücke ausgenommen, die ganz im Anfang, während der Krankheit des

*) Philibert de Lorme Dix Livres d'Architecture. Rouen 1648.

**) Science des Ingenieurs. Paris 1729. Liv. III, pag. 63.

***) Vielleicht die größte Fundamentarbeit, die in neueren Zeiten gemacht worden ist, da dieselbe 7,000,000 Cubikfuß Mauerwerk umfaßt.

ersten Architecten und bevor ich selbst als zweiter Baumeister Einfluß auf diesen Bau gewann, gemacht worden sind; die Begierde, schnell fertig zu werden, hatte nemlich bei diesen Stücken dazu verleitet, auf Lehmlagen von geringer Festigkeit zu gründen, und ich habe später bei der Construction der von mir tiefer gelegten Scheidewände gesehen, daß das Grundwasser sich einen Weg unter dem Rost gebahnt hatte, so daß es die weiche triebsandartige Lehmlage unter diesem Roste nothwendig auswaschen muß, während man damit, daß man wenige Fuße tiefer gegraben hätte, den Felsen erreicht haben würde.

Achtzehntes Kapitel.

Von Futtermauern.

Futtermauern nennt man diejenige Mauern, welche als Gegenhalt einer Erdhöhe oder Auffüllung in der Art aufgeführt sind, daß solche mit einer senkrechten Fläche den Erdboden berühren, mit dem andern aufrechten Haupt aber frei stehen.

Oft sind dergleichen Futtermauern zugleich Fundamentmauern.

Um die Dicke von diesen Mauern zu bestimmen, ist es nothwendig, den Druck der Erde hinter denselben zu berücksichtigen. Ich habe bei der Lehre vom Terrassiren die Beschaffenheit der verschiedenen Erdarten erörtert, die ich in Bezug nehme. In der Berechnungsmethode der Mauerndicke folge ich hier dem System von Borgnis *), von dem ich nachfolgenden Calcul entlehne.

F E A D sei eine Futtermauer, hinter der eine Erdauffüllung gemacht wird, T. I. F. 14., wovon das dreieckige Prisma D G A sich ablösen würde, wenn man die Mauer F E A D wegnähme. Dieses Prisma ist durch seine Schwere veranlaßt, auf der Linie G A fortzugleiten; allein es kann darin aufgehalten werden: 1) durch die Gewalt, welche ihm die Mauer entgegensetzt, die wir q nennen wollen, 2) durch seinen körperlichen Zusammenhang oder seine Cohäsion auf der Linie G A und 3) durch seine Reibung oder Friction auf derselben Unterlage.

Jede von diesen Widerstandskräften kann in eine Kraft, die auf G A in einem rechten Winkel wirkt und eine andere, deren Richtung parallel mit G A ist, zerlegt werden. Die Kräfte der ersteren Richtung tragen zu dem Fortgleiten des Prismas nicht bei.

Die Linien P J und J H stellen die beiden Kräfte vor, in welche p zerlegt ist, dessen Richtung durch die senkrechte Linie P H bezeichnet ist, welche aus dem Schwerpunkt P des Prisma herabgefällt ist.

Die Richtung der Gewalt q wird durch die wagerechte Linie Q H und die durch deren Zerlegung gebildeten Kräfte, durch die Linien Q L und H L dargestellt. Die Gewalt, welche das Prisma zum hinabgleiten veranlaßt, ist H J und diejenige, welche sich entgegenstellt L H, vereinigt mit der Cohäsion und der Friction; es wird also für den Fall des Gleichgewichts die Gleichung folgende sein:

---

*) Théorie de la mécanique usuelle pag. 316.

$HJ = LH +$ Cohäsion $+$ Friction. Es sei $AD = h$; $DG = x$; so ist nach dem Pytagoräischen Lehrsatz $AG = \sqrt{h^2 + x^2}$; ferner war $PH = p$; und $QH = q$; so verhält sich

$AG : DG = PH : PJ$, folglich ist $PJ = \frac{px}{\sqrt{h^2 + x^2}}$;

$AG : PH = DA : HJ$, folglich ist $HJ = \frac{ph}{\sqrt{h^2 + x^2}}$

$AG : DA = QH : QL$, folglich ist $QL = \frac{qh}{\sqrt{h^2 + x^2}}$

$AG : DG = QH : LH$, folglich ist $CH = \frac{qx}{\sqrt{h^2 + x^2}}$

Wir wollen durch δ die Dichtigkeit der Erdauffüllung und durch c die Cohäsion auf jeder Einheit des Maaßes, durch welches die Oberfläche ausgedrückt wird, bezeichnen, so wird, da diese Cohäsion auf der ganzen Linie AG stattfindet, die gesammte Cohäsion sein $c\sqrt{h^2 + x^2}$. Der Erfahrung gemäß nimmt die Friction in gleichem Verhältniß mit dem Druck ab und zu und kann man daher durch den Bruch $\frac{1}{f}$ dieses stetige Verhältniß ausdrücken; da nun aber der normale Druck auf GA gleich ist $QL + PJ = \frac{qh + px}{\sqrt{h^2 + x^2}}$, so ist $\frac{qh + px}{f\sqrt{h^2 + x^2}}$ der Ausdruck für die Friction.

Aus diesen gegebenen Sätzen folgt für den Stand des Gleichgewichts

$$\frac{ph}{\sqrt{h^2 + x^2}} = \frac{qx}{\sqrt{h^2 + x^2}} + \frac{qh + px}{f\sqrt{h^2 + x^2}} + c\sqrt{h^2 + x^2}$$

und folglich ist

$$q = \frac{f\delta h^2 x - \delta h x^2 - 2cf(h^2 + x^2)}{2(fx + h)}$$

$$= \frac{\frac{\delta h x}{2}\left(h - \frac{x}{f}\right) - c(h^2 + x^2)}{x + \frac{h}{f}}$$

Es bleibt nur noch übrig nach der Lehre vom maximum und minimum dasjenige der Dreiecke CAD zu bestimmen, welches den größten Druck ausübt. Nach dieser Theorie ist aber:

$$dq = \frac{2f\delta h^2(fx + h)dx - 4x\delta h(fx + h)dx - 8xcf(fx + h)dx - 2f^2\delta h^2 x dx}{4(fx + h)^2}$$

$$\frac{+ 2f\delta h x^2 dx + 4cf^2(h^2 + x^2)dx}{4(fx + h)^2}$$

woraus man ableitet

$$\frac{dq}{dx} = 0 = x^2(-2f\delta h - 4f^2c) - x(4\delta h^2 + 8fhc) + h^2(2f\delta h + 4f^2c)$$

und $x = -\frac{h}{f} \pm h\sqrt{1 + \frac{1}{f^2}}$

Indem wir diesen Werth in der Gleichung

$$q = \frac{\frac{\delta h x}{2}\left(h - \frac{x}{f}\right) - c\,(h^2 + x^2)}{x + \frac{h}{f}}$$

substituiren, bekommen wir

$$q = h^2\left[\frac{-\frac{\delta}{f} - \frac{\delta}{f^3} \pm \frac{\delta}{2}\sqrt{1+\frac{1}{f^2}} \pm \frac{\delta}{f^2}\sqrt{1+\frac{1}{f^2}}}{\sqrt{1+\frac{1}{f^2}}}\right]$$

$$-\,c\,h\left[\frac{\frac{2}{f^2} + 2 \mp \frac{2}{f}\sqrt{1+\frac{1}{f^2}}}{\sqrt{1+\frac{1}{f^2}}}\right]$$

und indem wir die Größe des ersten Einschlusses (welche lediglich aus unveränderlichen Theilen besteht) = a setzen und die des zweiten Einschlusses = b, so erhalten wir $q = a\,h^2 - b\,c\,h$.

Dieses ist also der Ausdruck für die horizontale Gewalt, welche fähig ist, dem Dreieck, das den größten Druck auf eine Mauer, deren Höhe h ist, ausübt, zu widerstehen; um aber zu wissen, welches die horizontale Gewalt sein müsse, die bei jeder beliebigen Höhe fähig wäre zu widerstehen, so differenzire man die Gleichung in Beziehung auf h und man bekommt $dq = 2\,h\,a\,dh - b\,c\,dh$, als Ausdruck des verschiedenen Drucks, der auf D O und D A ausgeübt wird, und indem wir die ganze Höhe D O mit h' bezeichnen, wird dieser horizontale elementare Druck, der auf den äußersten Punkt des Hebelarmes $A\,O = h' - h$ wirkt für sein Moment, um den Punkt O haben

$$(2\,h\,a\,dh - b\,c\,dh)\,(h' - h) = 2\,h\,h'\,a\,dh - b\,h'\,c\,dh$$
$$-\,2\,h^2\,a\,dh + b\,c\,h\,dh;$$

und wird dieser Satz integrirt, so hat man für den Totalmoment bei der Höhe h' um den Punkt O den Ausdruck

$$a\left(h^2 h' - \frac{2\,h^3}{3}\right) + b\left(\frac{c\,h^2}{2} - h'\,c\,h\right)$$

und wenn $h' = h$ so hat man die Summe der Momente für die Totalhöhe, gleich dem Ausdruck $a\left(\frac{h'^3}{3}\right) - b\left(\frac{c\,h'^2}{2}\right)$

Wenn die Mauer außer dem Druck der Erde noch denjenigen von Gegenständen, mit denen dieselbe belastet wäre, zu ertragen hätte, so müßte man in den vorhergehenden Ausdrücken $(p + \varphi)$ statt p setzen, indem wir annehmen, daß die Belastung durch φ ausgedrückt würde. Durch diese Substitution erhielte man

$$q = \frac{\left(\frac{\delta h x}{2} + \varphi\right)\left(h - \frac{x}{f}\right) - c\,(h^2 + x^2)}{x + \frac{h}{f}}$$

und durch die Theorie vom maximum und minimum

$$\frac{dq}{dx} = o = - x^2 \left(\frac{\delta h}{2 f} + c\right) - x \left(\frac{\delta h^2}{f^2} - \frac{2 h c}{f}\right) + h^2 \left(\frac{\delta h}{2 f} + c\right) - h \left(\frac{\varphi}{f^2} + \varphi\right)$$

und indem man mit $\left(\frac{\delta h}{2 f} + c\right)$ dividirt, hat man

$$x = - \frac{h}{f} \pm \sqrt{h^2 \left(1 + \frac{1}{f^2}\right) - \frac{2 h \varphi (1 + f^2)}{f (\delta h + 2 f c)}}.$$

Wenn man nun diesen Werth in dem Ausdruck für q substituirt, dann, wie wir vorher gethan haben, den Totalmoment des Druckes der Erde und ihrer Belastung an der innern Kante der Sohle der Mauer sucht, und die Schwere der Mauer diesem Totalmoment gleichmacht, so wird man hierdurch die Dicke der Futtermauern bestimmen.

Anwendungen auf Bestimmung der Dicke der Futtermauern.

1) Wenn die Mauer von Backsteinen gemacht wird, ihre beiden Häupter vertical sind und den Druck von vegetabilischer Erde auszuhalten hat, die sorgfältig lagenweis gestoßen ist, so wird die Dicke der Futtermauern, die x = h ($0^{meter},16$). Das mittlere Gewicht eines Pariser Cubikfußes Mauerwerk von Backsteinen ist = 60 Kilogramme.

2) Wenn unter übrigens gleichen Umständen die Mauer aus kleinen Bruchsteinen besteht, deren mittleres Gewicht für den Pariser Cubikfuß 74 Kilogramme beträgt, so ist x = h ($0^m,15$).

3) Eine thonige Erdausfüllung, die sorgfältig gestoßen wird, und deren Gewicht 42 Kilogramme auf den Cubikfuß beträgt, erfordert bei verticalen Häuptern eine Dicke x = h ($0^m,17$), wenn das Mauerwerk von Backsteinen ist, und h ($0^m,16$), wenn dasselbe aus Bruchsteinen besteht.

4) Eine Mauer aus Quadern, deren mittleres Gewicht 93 Kilogramme auf den Cubikfuß beträgt, soll eine Dicke haben x = h ($0^m,13$), um eine Ausfüllung von vegetabilischer gestoßener Erde aufzuhalten und x muß sein = h ($0^m,14$), wenn die Ausfüllung aus thonigem, gleichwohl gestoßenem Erdboden besteht, wobei eben auch auf senkrechte Häupter der Mauer gerechnet ist.

5) Eine Mauer von Flußgeschieben, deren mittleres Gewicht 81 Kilogramme auf den Pariser Cubikfuß beträgt, erfordert x = h ($0^m,14$), für gestoßene vegetabilische Erde und x = h ($0^m,15$) für eine Ausfüllung von thoniger gestoßener Erde.

6) Wenn die Ausfüllung aus Erde, die mit grobem Flußsand vermischt ist, besteht und gestoßen worden ist, so wird die Dicke einer Mauer mit verticalen Häuptern sein:

Wenn sie aus Backsteinen	besteht	$x = h\ (0^m,19)$
„ „ „ Bruchsteinen	„	$x = h\ (0^m,17)$
„ „ „ Quadern	„	$x = h\ (0^m,16)$
„ „ „ Flußgeschieben	„	$x = h\ (0^m,17)$

7) Wenn die Ausfüllung von feinem Sand gemacht ist, so wird die Dicke sein:

bei einer Backsteinmauer	$x = h\ (0^m,33)$
„ „ Bruchsteinmauer	$x = h\ (0^m,30)$
„ „ Quadernmauern	$x = h\ (0^m,26)$
„ „ Mauer aus Flußgeschieben	$x = h\ (0^m,30)$

8) Wenn die Ausfüllung aus Steinschutt oder aus aufgehackten Felsen besteht, so wird die Dicke sein:

bei einer Backsteinmauer	$x = h\ (0^m,24)$
„ „ Bruchsteinmauer	$x = h\ (0^m,22)$
„ „ Quadernmauer	$x = h\ (0^m,17)$
„ „ Mauer aus Flußgeschiebe	$x = h\ (0^m,21)$

Diese Resultate stehen in Beziehung zu den von mir angeführten Erfahrungssätzen des Ingenieurs Mayniel über die Entfernung der Ablösungspuncte einer Erdanfüllung, vor welcher eine Futtermauer weggenommen wird, indem durch dieselben die Grenzen, in denen Cohäsion und Friction wirkt, bestimmt werden, und wir von denen durch die gefundenen Entfernungen der Rißlinie gefundenen Erdprismen das Gewicht und somit den Druck derselben gegen die Futtermauern berechnen können.

Diese Gewichtsverhältnisse werden, wie folgt, angegeben.

1) Der (Pariser) Cubikfuß vegetabilischer Erde, welcher festgestoßen ist, zu 38 Kilogramme.

2) Der Cubikfuß vegetabilischer Erde, der nicht gestoßen und mit grobem Flußsand gemischt ist, zu 53 Kilogramme.

3) Der Cubikfuß feiner Sand zu 46 Kilogramme.

4) Der Cubikfuß vegetabilischer Erde, die mit nicht all zu grobem Flußsand gemischt und nicht gestoßen ist, zu 50 Kilogramme.

5) Der Cubikfuß Schutt, aufgehackter Felsen oder Reste abgebrochener Gebäude, in mittlerem Durchschnitt, zu 60 Kilogramme.

Es ist übrigens einleuchtend, daß diese Gewichtsverhältnisse nach Oertlichkeiten abweichen.

Ueberhaupt ist es nothwendig, daß man den Futtermauern eine größere Dicke, als die oben berechnete gebe. Die Ursachen, welche dieses nöthig machen, sind, nach Borgnis, hauptsächlich folgende:

1) Die Friction, welche die Erdarten gegen das Mauerwerk ausüben, ist nicht so stark, als diejenige der Erdtheilchen unter sich.

2) Oft dringen Regen und Feuchtigkeit in dergleichen Ausfüllungen ein, sammeln sich zwischen der Erde und dem Mauerwerk und bilden Wasserausfüllungen, mittelst derer der Druck eines flüssigen Körpers ohne Friction an die Stelle des Druckes der Erde kommt, welches durch Wasserabzüge, die sich verstopften und zufroren, nicht verhindert werden konnte.

3) Die Feuchtigkeit verändert nicht allein das Gewicht der Erde, sondern auch ihre Friction. Jene Erdarten, die man seifenartige nennt, erhalten sich,

wenn sie trocken sind, in einer Böschung von 45 Graden, wenn sie aber von Wasser durchdrungen sind, so können sie sich kaum in einer Böschung, die einen Winkel von 18 Graden mit dem Horizont macht, erhalten. Die Feuchtigkeit vermehrt auch den Umfang der Erdarten; woraus folgt, daß wenn sie eintrocknen, Risse in der Ausfüllung entstehen müssen, welches einen Zuwachs im Druck gegen die Futtermauern bildet, der sich nicht zum voraus berechnen läßt.

Nicht weniger scheinen mir auch zufällige Belastungen der Ausfüllung, z. B. durch eine Anzahl Menschen oder Thiere, durch vorüber ziehende Fuhrwerke, und besonders noch, falls die Ausfüllung mit Bäumen und Gesträuchen bepflanzt wird, die mit ihren stärkeren Wurzeln den Erdboden und selbst das Mauerwerk auseinander treiben, berücksichtigt werden zu müssen.

Coulomb glaubt, daß man bei den meisten Erdarten ohne Gefahr die Dicke der Futtermauern zu einem Sechstheil der Höhe der Mauer an der Sohle und zu einem Siebentheil der Höhe an ihrem oberen Rand annehmen könne.

In Ländern, die ein trocknes und warmes Klima haben, können die Futtermauern schwächer sein, als in feuchten und kalten Gegenden.

Mayniel schreibt vor, daß man Futtermauern, die bestimmt sind, eine Ausfüllung seifenartiger Erde, die mit Wasser getränkt und fast flüssig ist, zu halten, folgende Dicken geben solle:

bei Mauern von Backsteinen	$x = h\,(0^m,54)$
" " " Bruchsteinen	$x = h\,(0^m,49)$
" " " Quadern	$x = h\,(0^m,44)$
" " " Flußgeschieben	$x = h\,(0^m,47)$

Wenn diese Erdarten nicht fähig wären, sich ganz mit Wasser zu sättigen, so würden diese Maaße allzu stark sein, und es wäre hinreichend, denselben nachbenannte Dicken zu gebe:

Bei Mauern von Backsteinen	$x = h\,(0^m,34)$
" " " Bruchsteinen	$x = h\,(0^m,29)$
" " " Quadern	$x = h\,(0^m,24)$
" " " Flußgeschieben	$x = h\,(0^m,27)$

Aus den Gleichungen, die zur Bestimmung der Dicken der Futtermauern führten, lassen sich noch mehrere andere interessante Resultate ableiten.

Wenn $x = \frac{h}{f} \pm h \sqrt{1 + \frac{1}{f^2}}$ ist, so hat die Cohäsion, welche wir durch δ im Ganzen und durch c auf der Einheit, durch welche das Maaß der Oberfläche ausgedrückt wird, bezeichnet hatten, keinen Einfluß auf die Bestimmung von x, indem diese Buchstaben in dieser Gleichung von x nicht vorkommen und darin also keine Function haben.

Zweitens zeigt dieselbe Gleichung, daß, die Cohäsion mag sein, welche sie will, für den Fall, daß keine Friction stattfände, $x = h$ würde, folglich das Dreieck, welches den größten Druck ausübte, ein gleichseitiges wäre, oder daß der Winkel, den dasselbe mit dem Horizont macht, = 45 Grad wäre.

Neunzehntes Kapitel.

Freistehende Pfeiler oder Säulen.

Bei dem Mauerwerke über Erde kommt zunächst der isolirt stehende Pfeiler oder die Säule und ihre Größenbestimmung in Betracht, bei deren Berechnung ich mich ebenfalls nach dem System von Borgnis richte.

Wenn man annimmt, daß ein Pfeiler von Mauerwerk von einer schräg gegen den Horizont geneigten schiefen Fläche in der Art durchschnitten werde, daß die beiden Theile des Pfeilers in dieser Richtung durch einen bekannten Grad von Cohäsion zusammen gehalten werden, während der übrige Theil der Pfeilermasse vollkommen solid oder durch eine unendlich große Adhärenz vereinigt ist, so würde, wenn man hierauf die Pfeiler belastete, das Gewicht dieser Last den oberen Theil des Pfeilers auf der schiefen Fläche, mit der er den unteren Theil berührt, fortzuschieben suchen. Demnach müßte, wenn dieses nicht geschehen, sondern ein Gleichgewicht stattfinden sollte, derjenige Theil des Gewichts, der mit der Durchschnittsfläche parallel wirkt, der Cohärenz des Pfeilers genau gleich sein. Wenn nun, falls alle Theile des Pfeilers homogen sind, die Adhärenz derselben auch in allen gleich ist, so ist es, damit der Pfeiler die Last tragen könne, nöthig, daß es keine Durchschnittsfläche in diesem Pfeiler geben könne, auf welcher das getrennt gedachte Gewicht den oberen Theil fortschieben könne. Man muß also, um das größte Gewicht zu finden, welches ein Pfeiler tragen kann, die Durchschnittsfläche aufsuchen, deren geringste Cohäsion mit einem Gewicht im Gleichgewicht bliebe, denn alsdann hat man die Ueberzeugung, daß jedes noch geringere Gewicht nicht im Stande sei, den Pfeiler zu brechen.

Erfahrungen, die Coulomb gemacht hat, beweisen, daß die Adhärenz eines Körpers gleichen Widerstand leiste, sei es nun, daß die Kraft, die ihr entgegen wirkt, eine parallele oder eine rechtwinklichte Richtung auf die Bruchfläche habe.

Dieses vorausgesetzt, sei M A ein Pfeiler aus homogenen Theilen, den man vierkantig annimmt und sich denselben mit einem Gewicht P belastet denkt. T. I. F. 15.

Die Cohäsion auf irgend einem Durchschnitt, der in der Vorderansicht schräg gegen den Horizont geneigt wäre und in der Seitenansicht mit der Vorderfläche des Pfeilers einen rechten Winkel macht, sei $= \delta$, der Winkel $CMD = x$ und $MD = a$. Das Gewicht P werde vorgestellt durch φq, und solches sei zerlegt in die beiden Kräfte, welche durch die Linien φr und $r q$ vorgestellt werden, wovon die eine in einem rechten Winkel gegen die Bruchlinie, die andere mit derselben parallel wirkt.

Wenn man die Schwere des oberen Theils des Pfeilers außer Betrachtung läßt, so wird man haben

$$\delta \times CM = \frac{\delta\, a\, a}{\cos. x,}$$

$$\text{und } r q = P \text{ Sin. } x.$$

Im Fall des Gleichgewichtes müßte aber sein $\delta \times CM = r q$ oder $P \text{ Sin. } x = \frac{\delta\, a\, a}{\text{Cos. } x}$ folglich ist $P = \frac{\delta\, a\, a}{\text{Sin. } x \text{ Cos. } x}$, da aber der Pfeiler im Stande sein soll, das Gewicht P zu tragen, ohne zu zerbrechen, so muß, welches auch der Durchschnitt C M wäre, das Gewicht P stets kleiner sein, als

die Größe $\frac{\delta\ a\ a}{\text{Sin. x Cos. x}}$, welches auch der Werth von x wäre, dieses wird stattfinden, wenn man für P, was auch dasselbe sei, ein minimum findet, also die Gleichung differenzirt, dieses gibt

$$d\,P = \frac{\delta\ a^2\ [-\ d\ x\ (\text{Cos. x})^2 + d\ x\ (\text{Sin. x})^2]}{(\text{Sin. x Cos. x})^2}$$

es wird also das größte Gewicht, welches der Pfeiler tragen kann, ohne zu brechen, 2 δ a^2 sein, das ist das Doppelte von dem Widerstand, welchen derselbe einer Zugkraft entgegen setzen würde, und der Winkel, der den geringsten Widerstand leistet oder der Winkel des Bruches wird sein = 45 Graden.

Es folgt zugleich aus dieser Theorie, daß die Stärke gleichartiger Pfeiler sich verhält, wie ihre horizontalen Durchschnitte:

Diese Gesetze finden nun manigfaltige Anwendung in der Baukunst, und indem solche zu den Erfahrungssätzen über die Widerstandsfähigkeiten der Baumaterialien, aus welchen Pfeiler und isolirte Mauern construirt werden, in Beziehung gebracht werden, kann man die Stärke derselben, die nöthig ist, damit sie vertical wirkende Lasten und sich selbst tragen können, bestimmen. Sobald jedoch die Mauern nicht mehr isolirt sind, sondern in gegenseitige Verbindung mit einander kommen, so werden die Verhältnisse so sehr complizirt, daß sie einer mechanischen Berechnung entfliehen, und daher kommt es, daß man über denjenigen Punct, der in der Technik eines Gebäudes der wichtigste scheint, nemlich die Bestimmung der Dicke der reinen Mauern eines Gebäudes, keine allgemeine genaue Regeln geben kann.

Rondelet hat von vielen Bausteinen die Widerstandsfähigkeit beim senkrechten Druck, d. h. ihre rückwirkende Festigkeit, untersucht, und füge ich einige der interessantesten Angaben hier bei. Die Ziffern der ersten Columne bedeuten das Gewicht eines Pariser Cubikfußes des Steines in Par. Pfunden, Unzen und Gros. Die zweite Columne gibt in Par. Pfunden das Gewicht an, welches nöthig war, um die Basis eines Cubus des Steines zu zerdrücken, dessen Basis vier Pariser Zoll groß war.

Französischer Basalt aus Auvergne	201.	13.	5	. . . 124416
Porphyr	195.	13.	7	. . . 119808
Schwedischer Basalt	214.	8.	1	. . . 114508
Anderer Basalt aus Auvergne	192.	15.	6	. . . 69120
Weißer Quarz	173.	4.	5	. . . 56128
Rosenrother orientalischer Granit (der gewöhnliche Stein der Obelisken)	186.	5.	0	. . . 52704
Weißer Bildhauermarmor (von Cararra) . .	188.	10.	0	. . . 19584
Römischer Travertin	165.	1.	5	. . . 18112
Römischer Peperin	138.	1.	3	. . . 13860
Stein an den Tempeln zu Pästum	157.	12.	4	. . . 13720
Weiche neapolitanische Lava	120.	2.	3	. . . 9760
Römischer Tufstein	85.	3.	4	. . . 3520
Neapolitanischer Tufstein	88.	9.	0	. . . 2854
Bimsstein	47.	4.	0	. . . 2520
"	38.	14.	5	. . . 1680

Weisbach gibt in seiner Mechanik eine Tabelle für die rückwirkende Festigkeit mehrerer Baumaterialien, nach welcher auf einen Quadratzoll (Preußisch Maaß, wie anzunehmen ist)

Basalt trägt . . . 27000 ℔ Pr.
Gneis " . . . 5100 " "

Granit	trägt . . .	6000 bis 11000 ℔.
Kalkstein	„ . . .	1500 bis 6000 ℔.
Marmor	„ . . .	3200 bis 12000 ℔.
Mörtel	„ . . .	450 bis 900 ℔.
Sandstein	„ . . .	1400 bis 13000 ℔.
Ziegelstein	„ . . .	580 bis 2200 ℔.

Er nimmt an, daß diese Festigkeit des Zerdrückens bei ähnlichen Querschnitten den Inhalten dieser proportional, bei regelmäßigen Querschnitten aber etwas größer, als bei unregelmäßigen und beim Kreise am größten sei. Von der Länge des gedrückten Körpers sei sie ziemlich unabhängig.

Das specifische Gewicht der benannten Baumaterialien gibt Weisbach wie folgt an:

Gneis . .	2,39 bis 2,71
Granit . .	2,50 „ 3,05
Kalkstein . .	2,40 „ 2,86
Sandstein .	1,90 „ 2,70
Ziegelstein .	1,40 „ 2,22

Mauerwerk mit Kalkmörtel von Bruchsteinen	frisch	2,46
„ „ „ „ „	trocken	2,40
„ „ „ „ Sandsteinen	frisch	2,12
„ „ „ „ „	trocken	2,05
„ „ „ „ Ziegelsteinen	frisch	1,55 bis 1,70
„ „ „ „ „	trocken	1,47 bis 1,59

Der Cubikfuß Wasser ist zu 66 Pfund angenommen.

Im Jahre 1834 machte die Erbauung der Kettenbrücke über die Weser bei Hameln es wünschenswerth, über die Festigkeit und andere Eigenschaften des dazu auszuwählenden Stabeisens genaue Kunde zu erlangen, und die dazu von dem königlich hannövrischen Ministerium abgeordnete Commission versammelte sich zu Cassel, wo der Oberbergrath Henschel eine in der Henschel'schen Maschinenfabrik aufgestellte, nach seiner Angabe construirte hydraulische (hydrodynamische) Presse zu diesen Versuchen hergab.

Dieses wurde Veranlassung, auch mehrere andere Baumaterialien solchen Prüfungen zu unterwerfen, und der Oberbergrath Henschel hat die Güte gehabt, mir die darüber aufgestellten, sehr ausführlichen Tabellen mitzutheilen und die Publication eines Auszuges daraus zu erlauben.

Bei diesen Versuchen war der französische Meter zu 3,186 rheinländischen Fußen oder zu 3,477 Cassler Fußen, 1 Kilogramm zu 2,14 Kölnischen Pfunden, welches auch 2,14 Cassler Pfund (neues Gewicht) sind, angenommen. Es machte also ein rheinländischer Fuß 0,3138 Meter und ein Cassler Fuß 0,2876 Meter.

Besonders wichtig war es, die rückwirkende Festigkeit der in und bei Cassel in vielen Fabriken verfertigt werdenden gebrannten Lehmsteine zu untersuchen, und ergaben sich dafür und andere in Cassel in häufigem Gebrauch befindliche

Bausteine nachfolgende Resultate. Die erste Columne drückt im Metermaaß die größte Höhe einer Säule von gleichartigem (äquivalentem) Stoffe aus, welche sich trägt, ohne durch ihren eigenen Druck zu zertrümmern; die zweite Columne aber bezeichnet das Gewicht eines Cubikmeters von gleichem Stoffe.

	(Meter.)	(Pr. Pf.)
Gebrannte Lehmsteine bester Qualität unter 14 verschiedenen Sorten	1610,6	3773,1
Dergleichen geringster Qualität	443,6	3636,2
Ungebrannte Lehmsteine	227,8	4813,8
Gebrannte Thonsteine von fettem Thone	862,1	3798,6
Dergleichen von magerem Thone	403,8	4097,8
Sandsteine von der Weser, höchstes Resultat unter achtzehn Versuchen	3008,7	4639,6
Dergleichen geringstes Resultat	1987,6	4637,3
Sandsteine von der Porta bei Rehme, höchstes Resultat unter zehn Versuchen	2690,9	4527,6
Dergleichen geringstes Resultat	1123,1	4527,6
Sandsteine von Grifta, höchstes Resultat unter vierzehn Versuchen	2303,7	4500,4
Dergleichen geringstes Resultat	1178,3	4500,4
Sandsteine von Balhorn, höchstes Resultat unter drei Versuchen	2033,5	4624,3
Dergleichen geringstes Resultat	1621,3	4624,3
Vulkanische Conglomerate, mittlere Größe des Kornes, Steinbruch bei Ehlen	581,5	4246,2
Dergleichen aus dem Steinbruch bei Elgershausen	603,3	4349,7
Dergleichen feinkörnige aus den oberen Schichten bei Elgershausen	397,8	3810,5

Dergleichen Tabellen geben außer ihren unmittelbaren Anwendungen noch zu mannigfaltigen interessanten Vergleichungen Veranlassung, z. B. zwischen der Schwere und der rückwirkenden Festigkeit, wo sich zeigt, daß dieselben nicht in gegenseitiger Beziehung stehen, indem bald der schwerere, bald der leichtere Stein der festere ist, ebenso bei den Sandsteinen, wie bei den Backsteinen.

Bei den Sandsteinen ergibt sich ferner, im Ganzen genommen, eine Verschiedenheit der Festigkeit, die größer bei Steinen aus demselben Bruch ist, wie bei Backsteinen aus derselben Fabrik von gleichmäßigem Brande; dagegen ist bei diesen die Verschiedenheit größer nach den Fabriken, als bei Sandsteinen aus demselben Bruche.

Die besten kurhessischen Steine sind die von Obernkirchen in der Grafschaft Schaumburg und wird ihre rückwirkende Festigkeit beträchtlich höher als die der besten in der vorstehenden Tabelle angegebenen anzunehmen sein.

Bei dem Sandstein kommt es übrigens auch sehr darauf an, ob er auf dem Spalt gegen den Druck steht, oder ob er auf dem Lager liegt, d. h. ob seine schieferigen Absonderungen oder sogenannten Lager in der Richtung des Druckes stehen, oder ob sie mit demselben einen rechten Winkel machen; in dem ersteren Fall spalten sich manche Sorten ohne alle Belastung von selbst und die Steinhauer sagen, die Sonne zieht sie auf; im anderen Fall tragen sie weit besser, es ist deßhalb die erstere Art, sie zu stellen, für die Festigkeit

die ungünstigste, und man muß, wenn man dazu genöthigt ist, die Steine in dieser Art zu verwenden, wie z. B. bei Säulenschaften aus ganzen Steinen, solche Sorten wählen, die sich schwerer spalten und einen mehr dichten Bruch haben.

Zwanzigstes Kapitel.

Mauern über Erde oder sogenannte reine Mauern.

Es sind bei der Construction der Mauern über Erde hauptsächlich folgende Umstände zu berücksichtigen.

1) Die Materialien, aus denen die Mauern construirt werden sollen.

2) Ob die Mauern mehr oder weniger geschwind und in warmer und trockner Jahreszeit oder in kalten und feuchten Monaten errichtet werden.

3) Die Zusammenstellungen der Mauern haben mannigfaltige Beziehungen zu ihrer Construction und hierdurch wird die Länge der Mauer für ihre Dicke bedeutend, während ihre Höhe im Allgemeinen eine Hauptmaßgabe dafür ist.

Sodann sind 4) die Veränderungen, die in dem Zusammenhang der Mauern selbst vorkommen, das sind Thüren, Fenster, Nischen und größere Oeffnungen, sei es nun, daß solche mit Säulen unterstützt oder überwölbt seien, Kamine und Schornsteine, dabei in Betracht zu ziehen.

5) Kommt es darauf an, ob die Mauern nur ihr eigenes Gewicht, oder auch das von andern Gegenständen zu tragen haben, dahin gehört das Gewicht von Balken, Decken und Balkenträgern, Dächern, steinernen und hölzernen Treppen, Altanen, Gesimsen, Schornsteinen, Rauchbusen, Kaminen, vorzüglich aber das Gewicht von Gewölben aller Art.

Was den ersten Umstand, nämlich das Material selbst betrifft, so ist unter allen die stärkste Construction eine aus Quadersteinen bestehende Mauer und bedürfen also Mauern von Quadern die geringste Dicke, hiernächst kommen Mauern aus dichten und wohl gebrannten Backsteinen, hierauf Mauern aus kleinen Bruchsteinen, die jedoch in so mannigfaltigen Arten vorkommen, daß sie sich bis zu der ersten Classe der Dauerhaftigkeit erheben und auch wieder bis zur letzten herabgesetzt werden müssen; hierauf aber folgen Ausfüllungsmauern aller Art, bei denen noch vorzüglich das Bindmittel in Betracht kommt, da solche größtentheils demselben ihre Festigkeit verdanken. Hierbei ist die Anwendung der Puzzolana in den alten römischen Gebäuden von der größten Bedeutung, indem sie bei der großen Festigkeit, die sie dem Mörtel in kurzer Zeit gibt, Constructionen zuläßig macht, die bei der Anwendung gewöhnlichen Mörtels aus Kalk und Sand nothwendig mißlingen würden.

Uebrigens entscheidet das Material doch nicht ganz in solchem Maaße bei der Bestimmung der Mauerdicken, wie solches nach dem Verhältniß seiner Widerstandsfähigkeit zu erwarten wäre. Rondelet berechnet *), daß hiernach Mauern von harten Steinen von vier Pariser Zoll Dicke stärker seien als nöthig wäre, um die Last, welche Mauern von achtzehn Zoll Dicke in den höchsten Häusern zu

---

*) Traité de l'Art de Batir. Liv. V. pag. 197.

fünf oder sechs Stockwerken tragen, zu halten; aber sie würden wegen der geringen Breite ihrer Sohle nicht feststehen, daß es also eben auf die Breite dieser Sohle mehr als auf die Festigkeit des Steines ankomme, welche immer zureichen werde, sobald die Breite genüge, indem nach den von ihm angegebenen Mauerdimensionen die Mauern hoher Gebäude zu fünf und sechs Stockwerken nur zehn bis zwölf tausend Pfund auf den Quadratfuß zu tragen hätten, während weiche Steine, deren Widerstandskraft nicht geringer sei als die des Mörtels oder Gipses, der sie bindet, auf den Quadratfuß 72000 Pfund tragen könnten.

Die Geschwindigkeit, mit der gebaut wird, und die Jahreszeit, worin dieses geschieht, ist zweitens besonders wegen des Mörtels in Erwägung zu ziehen, indem fast das Verderblichste für eine Mauer ist, sie zu belasten, bevor der Mörtel erhärtet ist. Ich habe schon erwähnt, daß bei sehr hohen Gebäuden, z. B. bei Thürmen, selbst in Betracht kommt, daß der Mörtel an den nach den der Sonne nicht zugewendeten Seiten, also an den nach Norden, Nordwesten und Nordosten gerichteten langsamer erhärtet, wie an der Südseite. Je schneller also gebauet wird, je stärker müssen die Mauern sein und diese Stärke muß noch vermehrt werden, wenn sie in feuchter und kalter Jahreszeit schnell in die Höhe geführt werden müssen.

Der dritte Umstand, der auf die Stärke der Mauern wesentlichen Einfluß hat, ist ihre Zusammenstellung; es ist einleuchtend, daß eine Mauer leichter aus dem Loth weichen wird, wenn sie ganz frei steht, als wenn sie mit einer Quermauer in Verbindung steht, und ihr Widerstandsvermögen wird noch größer, wenn eine dritte und vierte Mauer hinzukommt, welche mit derselben eine geschlossene Figur bilden. Steht die Mauer allein, so wird eine horizontal gegen dieselbe wirkende Kraft dieselbe bei nicht genügender Stärke nach ihrer ganzen Länge umwerfen können; wird aber eine Mauer in einem rechten Winkel gegen dieselbe aufgeführt, so wird die im Anfall einer äußern Einwirkung befindliche Mauer mit der Quermauer eine Verzahnung bilden; werden nun dergleichen Quermauern an beiden Enden angebracht, so entsteht eine Verzahnung von beiden Seiten, und es müssen sich mehrere Risse bilden, bevor eine so verstärkte Mauer einstürzen kann.

Hierbei kommt nun vor Allem sowohl die Höhe als auch die Länge der Mauern in Betracht. Je weniger die Länge der im Anfall liegenden Mauer beträgt, desto größer werden verhältnißmäßig die Verzahnungen sein, welche die Quermauern bilden, und je höher die Mauer ist, desto länger wird der Hebelarm, an dem die anfallende Kraft wirkt.

Rondelet will: man soll drei verschiedene Grade von Festigkeiten bei Bauten unterscheiden, nämlich eine größere, mittlere und eine geringere.

Er leitet aus Beobachtungen, die er versichert, bei einer großen Zahl von Gebäuden gemacht zu haben, ab, daß eine Mauer eine große Festigkeit habe, wenn sie den achten Theil ihrer Höhe zur Dicke hat, daß ihr der zehnte Theil eine mittlere Stärke gibt und der zwölfte Theil den geringsten Grad von Festigkeit gewähre, welchen die Mauer haben könne.

Was nun aber den Einfluß der Zusammenstellungen der Mauern auf ihre Dicke betreffe, so gibt er deßhalb folgende praktische Regel:

Es sei (A B C D T. I, F. 15 u. 16) die vordere Ansicht einer der größeren Mauern, die den rechteckigen Raum E F G H umschließen; nachdem man die Diagonale B D gezogen hat, so trägt man von B nach d den achten Theil der Höhe, wenn man der Mauer viel Festigkeit geben will, den neunten oder zehnten Theil für eine mittlere Stärke und den eilften oder zwölften für eine leichte Constru-

Wenn man nun aus dem Punkt d eine Parallele mit AB fällt, so wird der Raum, der dadurch abgetheilt wird, die Dicke anzeigen, die man den größern Mauern GH zu geben hat.

Auf gleiche Weise verfährt man nun mit der Bestimmung der Dicken der Mauern, die von G nach E und von H nach F laufen.

Statt des geometrischen Verfahrens kann man auch das arithmetische anwenden, indem man nach dem pythagoräischen Lehrsatz BD aus den bekannten Linien AB und AD berechnet und hiernach nun aus der einfachen Proportion BD : Bd = AD : df das letztere Glied der Proportion findet.

Bei andern vieleckigen Formen solle man, nach Rondelet, dasselbe Verfahren anwenden und, da man den Kreis als ein Vieleck, dessen Seiten unendlich klein sind, betrachten könne, so würde daraus folgen, daß eine kreisförmige Einfassung mit einer unendlich kleinen Dicke bestehen könne: eine Eigenschaft, welche sich durch ein sehr einfaches Experiment zeige, daß nämlich ein großes Blatt Papier, welches man nie in gerader Linie ausgedehnt aufrecht stellen könnte, sich mit einer gewissen Festigkeit stellen lasse, wenn man dasselbe zu einem Cylinder rolle, wiewohl dessen Dicke nicht der tausendste Theil seiner Dicke sei. Man solle jedoch den Kreis als ein Zwölfeck betrachten und hiernach die Mauerdicke berechnen oder kürzer, die Dicke einer Mauer suchen, deren Länge der Hälfte des Halbmessers des Kreises gleich wäre.

In der That weiset Rondelet nach, daß die Maaße der Mauerdicken von der runden Kirche des heiligen Stephan's zu Rom (San Steffano rotondo) mit dieser Berechnungsmethode dahin übereinstimmen, daß die Berechnung bei einem Durchmesser der Kirche von 198 Fuß bei 22½ Fuß Höhe eine Mauerdicke von 2 Fuß 3 Zoll 4 Linien gibt, während die Mauern in der Wirklichkeit 2 Fuß 4 Zoll Dicke haben.

Bei aller Achtung für die höchst ausgezeichneten Einsichten eines Architekten wie Rondelet, glaube ich doch, daß die Kritik gegen die Anwendung der praktischen Regel auf vieleckige und kreisförmige Mauern mehreres zu erinnern finden werde. Abgesehen davon, daß das Experiment mit dem aufgerollten Papier hierher nicht paßt, indem das Papier, wenn dasselbe zu einem viereckigen Prisma zusammengebogen wird, ebenso gut, ja noch besser wie eine Rolle aufrecht gestellt werden kann, und ebenso abgesehen davon, daß die Beispiele aller Gebäude, welche mit einem so festen Mörtel, wie der mit Puzzolana gemischte, construirt sind, gefährlich zur allgemeinen Nachahmung sind, so dürfte gegen die Regel selbst Wesentliches zu erinnern sein; denn bei Berechnung des Vortheils, den eine zweite Mauer gewährt, die einen Winkel mit der zu berechnenden Mauer bildet (T. I. F. 18 u. 19), kommt es auf die Größe der Verzahnung an, welche abgerissen werden muß, wenn die in Anfall einer Kraft befindliche erste Mauer umgeworfen werden soll und auf die Hebelkraft, mit der diese Verzahnung widersteht. Da nun der Hebelarm AC keine größere Wirkung ausübt, wie der mit AB und mit CF einen rechten Winkel bildende Hebelarm AF, so wird auch der Widerstand, den eine in einem andern als rechten Winkel gestellte Hülfsmauer bildet, geringer sein, wie derjenige, welchen eine rechtwinklichte Hülfsmauer ausübt, und angenommen, daß die Hülfsmauern in dem einen und andern Fall lang genug sind, um die ganze Verzahnung einnehmen zu können, wird sich der Widerstand, den die rechtwinklichte Mauer leistet, welchen wir g nennen wollen, zu demjenigen, den die schiefwinklichte gewähren muß, den wir mit x bezeichnen, verhalten wie AC zu AF. Hiernach würde sich der Widerstand der Hülfsmauern bei einem Zwölfeck zu demjenigen eines Quadrates, dessen Seiten (auf der Mitte der Mauer gemessen) den Seiten des Zwölfecks gleich wären,

verhalten wie der Sinus des rechten Winkels zu dem Sinus eines Winkels von 30 Graden, indem bei dem Zwölfeck der Winkel ACF = 30° ist, also g : x = 10 : 5. Für den Kreis aber, wo Sin. ACF = 0 ist, würde die Proportion sein g : x = 10 : 0.

Nach diesem Verhältniß läßt sich eine Correctur des Systems Rondelet's in der Art machen, daß für das Vieleck, dem Resultat der Regel, welche zur Bestimmung der Mauerdicke dienen soll, so viel zugesetzt werde, wie der Widerstandsausfall, der durch die Verkleinerung der Hebelarme der Verzahnungen der beiden Hülfsmauern entsteht, erfordert, bei dem Kreis aber die ganze Länge des Hebelarmes von dem im Anfall einer Wirkung befindlichen Punkt bis zum Schwerpunkt der Verzahnung, die sich zur Trennung einer rechtwinklichten Hülfsmauer abreißen müßte, mit der Schwere von dieser Verzahnung multiplicirt, hierzu die Cohäsion des Mörtels auf der Stufenlinie der Verzahnung addirt, dieses Resultat aber zweimal genommen als der Widerstand der Mauer betrachtet würde, welcher für den Fall des Gleichgewichts der anfallenden Kraft gleich sein muß, wonach sich also die Dicke der Mauer in Absicht auf die dritte Rubrik der bei dieser Berechnung statthabenden Rücksichten finden läßt.

Die vierte Rubrik dieser Rücksichten machten die Veränderungen aus, welche in dem Zusammenhang der Mauern selbst vorkommen, das sind Thüren, Fenster, Nischen und größere Oeffnungen, die mit Säulen unterstützt oder überwölbt sind, Kamine und Schornsteine.

Einundzwanzigstes Kapitel.

Thürenconstructionen.

Die einfachste und älteste Thürenconstruction machen zwei aufrechte Säulen, über welche ein wagerechter Stein, den man den Thürsturz nennt, gelegt wird. Die Säulen, welche die Seiten bilden, werden die Thürgewände genannt und der Fußboden zwischen diesen Gewänden die Thürschwelle oder Thürsohlbank. Solange wie es nicht nöthig war, eine solche Construction sehr zu belasten, oder dieselbe zu sehr weiten Thüren zu verwenden, so war solche genügend. Die Belastung mußte aber ein Zerbrechen des Sturzes hervorbringen und bei einer sehr weiten Oeffnung der Thürsturz durch sein eigenes Gewicht brechen. Wir finden daher schon an der alten ägyptischen Pyramide Constructionen zum Schutz eines flachen Thürsturzes, welcher aus schräg gegen einander geneigten Steinen besteht, die keilförmig gegen einander gesetzt sind und das Gewicht von der Thüre ableiten und auf die Seite vertheilen. Man hält dieses für die älteste Spur von Bogenconstruction, welche sich dann bald bei Griechen und Römern zu großer Vollkommenheit weiter ausgebildet und in mannigfaltige Formen verzweigt hat, die sich jedoch alle auf die Grundregel zurückführen lassen, daß die Theile, aus denen der Bogen oder die Wölbung gebildet wird, keilförmig in der Art zusammengesetzt und in der Art befestigt sein müssen, daß kein Stein den andern aus seiner Lage treiben könne.

Für die Construction der einfachen viereckigen Thüre ohne Ueberwölbung ist zu bemerken, daß die äußeren Thüren der Gebäude, deren Flügel sich nach

öffnen müssen, deßhalb in der Regel an den Seiten und oben im Gewände einen Einsatz oder Anschlag von einigen Zoll Breite erhalten, von hier an sind die Gewände entweder in rechtwinklichter Richtung oder nach Innen divergirend erweitert, um eine weitere Oeffnung der Thürflügel zu gestatten. Das Verhältniß der Breite des innern und äußeren Gewändes wird gewöhnlich in der Art bestimmt, daß man für dieses ein Drittheil und für jenes zwei Drittheile der ganzen Mauerdicke nimmt. Die Gewände der Thüren können aus einzelnen Steinen bestehen und auch aus dem Mauerwerk selbst, sei es nun, daß solches von Quadern, kleinen Bruchsteinen oder Backsteinen aufgeführt werde. Zur Breite des äußeren Gewändes nimmt man gewöhnlich den sechsten Theil der Maueröffnung. Soll jedes Gewände nur aus einem einzelnen Stein bestehen, so ist vorzügliche Sorgfalt anzuwenden, daß nicht das Mauerwerk nächst den Gewänden sich setzen und dadurch von denselben ablösen könne, wodurch Risse in den Mauern entstehen müssen. Werden die Gewände aus mehreren Stücken zusammengesetzt, so wechselt man mit horizontalen und Querstücken, um dadurch eine bessere Verbindung mit der Mauer hervorzubringen. Der Thürsturz ist häufig nur auswendig von Stein, im Innern wird die Thüre, um eine künstliche Construction zu ersparen, mit Zimmerholzstücken überlegt, über denselben aber, wenn die Thüre eine Belastung zu tragen hat, eine Wölbung construirt. Bei der Aufführung der Gewände werden Zimmerholzstücke zwischen dieselben gekeilt, um bei dem Setzen der Thürschafte, d. h. der Mauern nächst der Thüre das mögliche Zusammenrücken der Gewände zu verhindern.

Die einfachste und am leichtesten zu construirende Thürwölbung ist diejenige, welche aus einem Halbkreis besteht, die Fugen der Bogenstücke werden dabei nach dem Mittelpunkt keilförmig gezogen und die äußere Linie derselben mit dem Mauerwerk in Verbindung gebracht, wozu es mannigfaltige Methoden gibt. Lange Hackensteine sind dabei zu vermeiden, da sie beim Setzen der Thürschafte abbrechen.

Die Thür- und Fensterbogen der Gebäude Brunneleschi's und seiner Schule sind besonders originell und zeichnen sich dadurch aus, daß die Bogen im Scheitel stärker sind wie an den Widerlagen, z. B. am Palast Pitti, Palast Strozzi, Riccardi und andern zu Florenz. Ein Beispiel von schönen Quadernzusammensetzungen zu Wölbungen gibt der Palast Riccardi in Florenz, Salviati in Rom und das Thor des Palastes Seristori daselbst. (T. I. F. 20, 21 u. 22.)

Der Spitzbogen ist erst im Mittelalter angewendet worden und bildet die characteristische Form der sogenannten gothischen Bauart. Die Fugenschnitte der Bogensteine müssen nicht immer nach den Punkten, aus denen Spitzbogen construirt worden, laufen, wie ein in Murphy's Grundregeln der gothischen Bauart*) aus der Westminster-Abtei zu London angeführtes Beispiel zeigt, wo solche nach nähern Punkten gezogen und in der Mitte eines jeden der beiden Bogen an deren schwächster Stelle mit horizontalen Reihen keilförmiger Steine unterstützt sind. Der Scheitel des Bogen soll allemal nicht aus einer Fuge, sondern aus einem Schlußstein bestehen.

Die sogenannten gedrückten oder aus drei oder mehreren Punkten construirten Bogen machen es nothwendig, daß die Fugenschnitte stets nach den Mittelpunkten der Kreisstücke laufen, aus denen sie construirt sind. Der aus einem Kreisabschnitt construirte Bogen ist der bei heutigen Constructionen am

---

*) J. Murphy's Grundregeln der gothischen Bauart (übersetzt von mir). Leipzig und Darmstadt, 1828. Seite 13 der Uebers. Taf. II. Fig. 17.

häufigsten vorkommende; derselbe wird gewöhnlich zur Ueberwölbung der Thür- und Fenstersturze gebraucht, die Fugenschnitte laufen nach dem Mittelpunkt des Kreises, von dem der Bogen einen Abschnitt bildet.

Die gerade Wölbung macht es nöthig, daß die Fugenschnitte alle nach einem Punkt in der Mitte der Thüre laufen. Die Stärke dieser Wölbung scheint viel größer, als sie wirklich ist. Ohne deßhalbige Vorsichtsmaßregeln macht die geringste Zusammendrückung der obern Kanten des Schlußsteines den Einsturz des Bogens möglich. Die Vorsichtsmaßregeln bestehen in der Verwahrung der Bogensteine mit eisernen Klammern in der Form eines S. Ferner kann dieser Endzweck noch erreicht werden durch die Erhöhung der mittleren Bogensteine, hierdurch wird dasselbe erreicht, was man durch flache Bogen erreichen würde, indem man sich den letzteren innerhalb des Raumes des ersteren construirt denken kann. Drittens dient auch eine Construction, die sich an sogenannten gothischen Gebäuden findet*), zur Verstärkung der waagerechten Wölbungen; sie besteht darin, daß man einem jeden Bogenstein eine Versatzung in den nächsten Stein gibt (T. I. F. 23), so daß zuletzt auch die beiden Widerlagssteine, die Gewölbsteine mit einer solchen Versatzung aufnehmen. Diese Versatzungen werden nützlicher sein, wenn sie statt horizontal zu sein, rechte Winkel mit den Fugenschnitten machen. Es gibt noch eine Art horizontaler Wölbung, die auswendig senkrechte Fugenschnitte hat, inwendig aber gleichsam Nuthe und Feder bildet, so daß der Keilschnitt an diesen sich befindet. Durch diese Construction wird die Oberfläche der Keilstücke vergrößert und also die zum Vortheil der Festigkeit dienende Friction vermehrt, wenn aber die Federn abbrechen, muß die Wölbung einfallen.

Stoßfugen der Bogensteine sollen möglichst gleichförmig gespitzt sein und wird an den Kanten derselben ein leichter sogenannter Druck von einigen Zoll Breite angearbeitet.

Bei der Construction aller verschiedenen Arten von Bogen aus behauenen Steinen ist wesentliche Rücksicht auf die Lager der Steine zu nehmen; es müssen nämlich dieselben mit dem Fugenschnitt in der Art in Beziehung gebracht werden, daß sie bei jedem Bogenstein mit dessen Mittellinie parallel laufen, oder auch bei den Seitensteinen parallel mit derjenigen Fugenseite sind, welche den Widerlagen zunächst ist; niemals aber dürfen dieselben nach Innen zu divergiren, wodurch, wie einleuchtet, besonders bei waagerechten Wölbungen der Einsturz derselben hervorgebracht werden kann. Ueberhaupt aber sind Steine, die einen blätterigen Bruch haben, weniger zu Bogenconstructionen geeignet. Um die Stellung der Gewände mehr zu versichern, verdübelt man dieselben unter einander, mit Sturz und Sohlbank, d. h. man bringt vertikale eiserne Zapfen von einigen Zoll Länge und einem bis zwei Zoll Dicke zwischen denselben in der Art an, daß solche in den untern Stücken mit Blei vergossen werden, vereinigt die Gewände auch an schicklichen Orten durch ebenwohl mit Blei vergossene eiserne Klammern.

Bei den Ueberwölbungen der Thür- und Fensteröffnungen mit Backsteinen hat man es in den altrömischen Gebäuden vorgezogen, doppelte Bogen statt solcher, die ebenso stark aus Backsteinen in Verband gemacht würden, zu construiren. Ich kann keinen Vortheil für die Festigkeit darin finden, aber die Construction ist leichter, weil man nur zwei Sorten Backsteine dazu braucht,

---

*) J. Murphy, über die Grundregeln der gothischen Bauart, S. 13 der Uebers. Fig. 15 und Taf. II. Fig. 16.

während zu einer Verbandconstruction wenigstens fünf Sorten nöthig wären. Bei dem Bogenverband ist nicht allein auf die richtige Fugenverwechselung in der Fronte, sondern auch diejenige in der Tiefe zu berücksichtigen. Der letzte kleine Brückenbogen am Thurm von Ponte Molle bei Rom gibt ein gutes Beispiel von einem dreifachen Backsteinverband.

Zweiundzwanzigstes Kapitel.

Fensterconstructionen.

Bei denselben finden im Wesentlichen gleiche Rücksichten statt, wie bei den Thürenconstructionen. Die Fenstergewände erhalten stets einen inneren Einsatz oder Anschlag nach gleichen Verhältnissen und Einrichtungen, wie die Thürgewände. Nur die Fenstersohlbank, nämlich der Stein, welcher die obere Bekleidung der Fensterbrüstung bildet, hat eine besondere Einrichtung; damit das Regenwasser, welches von dem Fenster herabfließt, von den Gebäudemauern abgeleitet werde, so hat die Sohlbank einigen Vorsprung vor derselben (T. I. F. 24.) und muß an den untern Kanten mit einer Wassernasse versehen sein, d. h. mit einer unterhalb des Vorsprunges eingehauenen Rinne, welche das Herabfließen der Regentropfen an den Mauern verhindert. Die Oberfläche der Sohlbank erhält einen Wasserfall, damit das Regenwasser nicht auf derselben stehen bleibe; hierauf kommt ein Streifen von der Breite des Fensterrahmen, welcher zart aufgeschlagen d. h. streifenartig gearbeitet oder gleichsam scharrirt wird, um eine dichtere Fuge mit dem Rahmenunterstück des Fensters zu bilden, hinter dem Fensterrahmen aber erhebt sich die Sohlbank ungefähr einen Zoll hoch senkrecht, um zu verhindern, daß nicht Regenwasser unter dem Rahmenunterstück von außen nach innen fließe. Bis dahin sind die Verhältnisse der Breiten der Sohlbank gegeben. Die Breite der innern Bank ist mehr willkührlich und richtet sich nach dem Gebrauch, den man etwa von derselben machen will. Einige Zoll sind schon hinreichend, um dem Rahmen Widerstand zu leisten.

Bei dem Versetzen der Sohlbänke ist zu beobachten, daß man deren Lager während der Aufführung der Mauern nur an den beiden Enden auflegt, den Raum in der Mitte unter der Sohlbank aber so lange, bis der Bau sich vollkommen gesetzt hat, einige Zoll hoch offen läßt, sonst platzt der Stein leicht.

Dockengeländer oder Balustraden in Fenstern werden unten in die Sohlbank und oben in den die Brüstung bildenden Gesimsstein vergossen.

Dreiundzwanzigstes Kapitel.

Nischen.

Die Nische kann im Grundriß rechteckig und auch halbrund sein. Im ersteren Fall hat ihre Construction keine Eigenthümlichkeiten, im andern Fall ist ihre Ueberwölbung, T. I. F. 25 u. 26, mit Sorgfalt zu construiren. Ist solche geradlinicht, so gehört sie in die Classe gerader Wölbungen, ist sie aber bogenförmig, so wird solche am besten sowohl bei behauenen Steinen, als bei Backsteinen aus horizontalen Einkränzungen, deren vertikale Fugen verwechselt, die Lagerfugen aber keilförmig nach dem Mittelpunkt der Nischen gerichtet sind, gebildet, und mit einem Schlußstein, der einem halben abgekürzten Kegel gleichkommt, geschlossen.

Vierundzwanzigstes Kapitel.

Schornsteine.

Bei massiven Gebäuden ist man bemühet, die Schornsteine in die Mauerdicke zu legen, um Raum zu ersparen. Sie werden gewöhnlich von Lehmsteinen oder besser von Backsteinen gemacht. Die Lehmsteine scheuern sich durch das öftere Kehren und Reinigen ab, welches durch einen Uebertrag mit Lehm nur unvollkommen verbessert werden kann, auch leiden Lehmsteine von den Steinkohlendämpfen und das nicht ganz zu verhindernde Eindringen von Regen und Schnee bringt ihnen besonders, wenn die daraus construirten Schornsteine geschleift sind, wesentlichen Schaden. Die Wände der Schornsteine müssen wenigstens so stark sein, wie die Breite eines gewöhnlichen Leimensteines oder Backsteines, nämlich 4 bis 5 Zoll Cassler Maaß. Es werden auch besondere Steine zu Schornsteinen verfertigt, welche hier gewöhnlich $1\frac{7}{8}$ Zoll hoch, $3\frac{7}{8}$ Zoll breit und $6\frac{5}{8}$ Zoll lang, ungebrannt jedoch fast zu schwach sind.

Man unterscheidet in gewöhnlichen Gebäuden nur Küchen- und Ofenschornsteine.

Die Gesetze der Bewegung flüssiger Körper, also auch von Luft und Rauch, sind durch die Theorie nicht soweit festgestellt, daß sie der Erfahrung überall vollkommen entsprechen, es kann daher nur die letztere die beste Lehrerin sein.

Folgende Hauptregeln für die Einrichtung der Schornsteine, um durch dieselben ihren Endzweck, einer vollkommenen Ableitung des Rauches, zu erlangen, kann ich als durch meine eigene Erfahrung vollkommen bewährt, mit der größten Sicherheit empfehlen, nämlich:

Erste Regel. Die Schornsteine sollen im Aufsteigen erweitert werden.

Es ist nicht erforderlich, daß diese Erweiterung im steten Zunehmen sei, es genügt vielmehr, wenn solche stockwerksweise in Absätzen stattfindet und in jedem Stockwerk an Länge und Breite nur einen Zoll beträgt. Auch braucht nur eins dieser Maaße vergrößert zu werden. Die Quadratfläche des Durchschnitts des Schornsteines darf sich nicht abwechselnd vergrößern und verkleinern.

Zweite Regel. Man führe die Schornsteine so viel als möglich in senkrechter Richtung auf.

Alle Schleifungen, Wendungen und Verdrehungen der Schornsteine sind bedenklich, weil sich der Rauch in denselben mehr oder weniger stößt.

Dritte Regel. Man führe niemals Rauchableitungen aus obern Stockwerken in Schornsteine, die aus unteren Stockwerken kommen.

In dem Fall, wo diese Vorschrift überschritten wird, findet ein unvollkommener Abzug des Rauches im oberen Stockwerk statt. Eben deßhalb ist das Einschleifen der Schornsteine in einander sehr schädlich, es muß vielmehr jeder Schornstein für sich zum Dach hinaus geführt werden.

In Absicht auf die Einleitung der Windofenröhren ist zu bemerken, daß die Schornsteine, in die dieselben geführt werden, stets gut verschlossen sein müssen, indem ein kalter Luftzug, der von unten in dieselben strömt, den Rauch zurück in den Ofen treibt, wenn der Eingang des Luftzuges, der in den Schornstein führt, tiefer liegt, als die tiefste Oeffnung des Windofen. Die Röhren der Windöfen sollten nie in rechten oder gar spitzen Winkeln zusammengesetzt sein, und es ist gut, wenn dieselben nach dem Schornstein hin etwas weiter werden.

Die Bedeckung des Schornsteines über Dach, hat viel weniger Einfluß auf den Abzug des Rauches, wie man häufig glaubt, die eisernen Trommeln mit Windfahnen, welche die Oeffnung der Trommel stets vom Wind abwenden, sind von geringem Nutzen und selbst schädlich, wenn sie in der Art übel eingerichtet sind, daß sie festrosten.

Vierte Regel. Es ist nothwendig, die Schornsteine über Dach, wenigstens ebenso hoch, wie die Firste des höchsten nahen Daches, aufzuführen, weil sonst, wenn der Wind gegen die Neigung des Daches stößt, durch Anprall und Rückprall desselben, wenn sie sich begegnen, eine dritte Richtung des Windstoßes entstehen kann, die senkrecht in die Schornsteine hinabstößt. Auch die Nähe höherer Mauern bringt dem Abzug des Rauches aus dem Schornstein dergleichen Hinderniß, welches durch Erhöhung des Schornsteins über die Mauer aufgehoben wird.

Küchenschornsteine müssen stets an einem Ort angebracht sein, wo der Rauch vom Heerd durch den Zug von Thüren und Fenstern nicht weggeweht, sondern vielmehr nach der Gegend des Schornsteins getrieben wird.

Die Schornsteine sind gewöhnlich viereckig, häufig auch dreieckig und werden jetzt oft rund verfertigt, der Rauch vermeidet spitze Winkel, in die er nicht eindringt, sondern gleichsam von denselben zurückgestoßen wird, besser als der dreieckige Schornstein zieht der viereckige, und nach diesem Grundsatz wird der runde Schornstein noch besser ziehen.

Die Größe des Ofen- und Küchenschornsteins braucht nicht mehr zu betragen, als daß er durch den Schornsteinfeger bequem bestiegen werden kann. Wir nehmen als ein gutes Maaß 18 Zoll Breite und 2 Fuß Länge, Cassler Maaß, im Lichten an. Diese Maaßbestimmung beruhete aber eben auf der Meinung, daß ein Schornstein nicht anders als durch Besteigung vom angesetzten Ruß befreiet werden könne. Die zuerst in Rußland gemachten Erfahrungen vom Gegentheil, haben die Einführung der engen Schornsteine unter dem Namen der „russischen Schornsteine" bewirkt, welche eine höchst wesentliche Verbesserung des constructiven Bauwesens sind. Man machte solche dahier anfänglich alle rund, bei einem inneren Durchmesser von nicht weniger als 7½ Zoll C. M., man ließ sie mit runden Bürsten reinigen. Jetzt hat man sich überzeugt, daß Schornsteine, die 7½ Zoll im Quadrat weit sind, vollkommen gut ziehn, wenn sie sonst richtig (den hier gegebenen Regeln gemäß) eingerichtet sind. Man rei-

nigt sie mit einem ins Kreuz gebundenen Reiserbesen, und brennt sie zuvor mit Stroh aus, wenn sich Glanzruß angesetzt hat, was bei guter Einrichtung nicht stattfindet.

In massiven Gebäuden, wo die Schornsteine in der Mauerdicke angebracht werden und also eine wesentliche Rücksicht für die Bestimmung der Mauerstärken sind, ist deren Lage hinreichend versichert, und es ist nur nöthig, darauf zu achten, daß solche Stellen der Mauern nicht belastet werden, welches besonders bei Schleifungen der Schornsteine in den Mauern in Betracht kommt, bei Fachwerksgebäuden soll wenigstens eine Seite des Schornsteins auf einer festgegründeten Wand stehn, besser wenn zwei derselben auf der gleichen Wand Raum finden. Die dreieckigen Schornsteine haben den Vortheil, daß sie am wenigsten die Gebälke belasten, nur gibt ihre Gestalt, wenn der Schornstein im Zimmer liegt, denselben eine überaus häßliche Form, die selbst in einer Stube von dem geringsten Gebrauch auffällt und den Ofen auf eine Weise, die mit der Stellung aller Mobilien contrastirt, in das Zimmer schiebt.

In Absicht auf Vermeidung bei Feuersgefahr ist besonders die Construction der Schornsteine in den Gebälken sorgfältig einzurichten.

Die Gebälke werden, wenn die Balken nicht so weit liegen, daß der Schornstein zwischen denselben durchgeführt werden kann, abgeschlüsselt, nemlich der die Durchführung verhindernde Balken wird herausgeschnitten und vor denselben ein Querriegel gestoßen, der an beiden Enden mit den nächsten Balken in Verbindung gebracht wird.

Man hat sehr gegen das sogenannte Auffatteln der Schornsteine geeifert, solches besteht darin, daß man die nächsten Lagen am Anfang des Schornsteins über dem Gebälke auf den Balken und der Verschlüsselung einige Zoll breit aufstehen läßt, und in der That ist es sehr fehlerhaft, wenn solches auf eine Weise geschieht, daß der Schornstein sich in der Höhe unter den Zimmerdecken ablösen kann, so daß Ritze entstehen*); aber dieses kann durch eine sorgfältige und allmählige Aufführung der Schornsteine vermieden werden, und alsdann hat es den großen Vortheil, daß es die Last der Schornsteine auf mehrere Gebälke vertheilt. Niemals darf im Innern der Schornsteine Holz blos liegen; begegnet der Schornstein einer Holzconstruction, so muß er stets durch wenigstens Eine Backstein- oder Leimensteinbreite von derselben getrennt sein.

Wenn unter Dach die Schornsteine nicht in gerader Richtung aufgeführt werden können, so soll man thunlichst vermeiden, dieselben auf Bohlen oder Zimmerholzstücken zu schleifen. Besser ist es, mehrere Schornsteine in einer Wölbung gegeneinander aufzuführen, so daß jedoch keine innere Vereinigung stattfinde. Hinter Küchenheerden und Oefen sollen sich bei Dachwerksgebäuden Brandmauern befinden. Man nimmt dabei gewöhnlich den Grundsatz an, daß dieselben hinlänglich breit seien, daß im Grundriß kein Zimmerholz dem offenen Heerd näher als zwei Fuß E. M. und dem Ofen nicht näher als ein Fuß sei. Die Brandmauern hinter den Oefen werden vier Fuß breit gemacht. Die Dicke der Brandmauern richtet sich nach der Stärke der Fachwerkswände.

Schornsteine für größere Feuerungen, wie solche in Bierbrauereien und Brandweinbrennereien vorkommen, müssen weiter sein als gewöhnliche Schornsteine für Oefen und Küchenheerde.

---

*) Gilly's Landbaukunst 2ter Theil im vierten Abschnitt.

Fünfundzwanzigstes Kapitel.

Kamine und Kochheerde.

Das Kamin ersetzt in südlichen Ländern den Ofen und wird auch theilweise zum Kochen gebraucht. Wenn dasselbe ein Zimmer möglichst vollkommen erwärmen soll, so muß es so wenig Wärme als möglich in den Schornstein absetzen, dieselbe vielmehr in das Zimmer zurückprallen lassen. Hierauf gründet sich das System des Grafen von Rumford *), die Oeffnung aus dem Kamin in den Schornstein möglichst zu verengen, dem Camin selbst aber eine Form zu geben, die geeignet ist, die Wärme ungehindert in das Zimmer zurückzuwerfen; er wählt hierzu die Form eines halben Sechseckes. Solche Kamine ziehen und wärmen wesentlich besser als andere, wie ich mich practisch überzeugt habe. Da die Oeffnung aus dem Kamin so eng wird, daß der Schornsteinfeger durch dieselbe nicht in den Schornstein steigen kann, so wird die Rückwand zunächst der Oeffnung aus hochkantigen Backsteinen construirt, die der Schornsteinfeger herausnimmt, wenn er einsteigt, und die Steine hernach wieder in Lehm setzt, eine Vorrichtung, die unnöthig ist, wenn sich ein russischer Schornstein über dem Kamin befindet, welche Art von Schornsteinen auch für Kamine vollkommen anwendbar ist, wie ich mich durch die Erfahrung überzeugt habe.

Man kann auch die innere Form des Kamins aus Eisenplatten verfertigen und den Raum zwischen denselben und den Schornsteinwänden in der Art verschließen, daß nur nach dem Zimmer hin Oeffnungen bleiben, wo dann das Kamin zugleich als Ofen wirkt.

Die Heerdconstructionen betreffen entweder bloße einfache Flächen, die mit Backsteinen oder Eisenplatten belegt werden, auf denen das Feuer angemacht wird, welche gewöhnlich unterhalb eine Wölbung haben, um weniger zu belasten, oder es sind Heerde, in denen sogenannte Casserollöcher und Geschwindfeuer mit Rosten sich befinden, oder es sind Heerde mit Feuerzügen, in denen Töpfe stehen, oder es sind Heerde mit Sprungplatten; die beiden erstern Arten sind ohne künstliche Zusammensetzungen; bei dem Heerd mit Zügen müssen Einrichtungen angebracht sein, um mehr oder weniger Töpfe in Thätigkeit zu setzen, und müssen deshalb die Feuerzüge theilweise zu schließen sein. Das System des Sprungplattenheerdes beruhet auf der Absicht, die Hitze des Brennmateriales in einem engen Raum unter der Platte zu concentriren und auf die Platte wirken zu lassen. Der Sprung in der Platte ist nicht nothwendig, aber unschädlich, wenn er in einer Richtung läuft, die der Festigkeit der Platte zum Tragen der Töpfe nicht schadet. Die Heerde mit Platten, in denen bewegliche Scheiben befindlich sind, um Töpfe einsetzen zu können, sind die zweckmäßigsten unter allen, man nennt sie hier Frankfurter Sparheerde. Sie dienen, wie alle solche Plattenheerde, zugleich zur Heizung der Küche und sparen insofern an Brennmaterialien, während das Kochen auf einer erwärmten Eisenplatte mehr Brennmaterial erfordert, als das Kochen auf offnem Feuer.

---

*) Kleine Schriften des Grafen von Rumford.

Sechsundzwanzigstes Kapitel.

Heizröhren.

Zur Heizung bestimmte horizontale oder schräge Röhrengänge, in denen unmittelbar der von dem Feuer erzeugte Dampf circulirt, sind sehr schwer vom Ruß rein zu halten und deshalb feuergefährlich, so daß dieselben wenigstens in Wohngebäuden nicht leicht angebracht werden. Dagegen sind solche in Treibhäusern gebräuchlich und auch in England nächst den Dampfheizungen häufig.

Walter Nicol, ein schottischer Gartenarchitect und ausgezeichneter Schriftsteller, der im Jahr 1811 starb, hält die von Backsteinen und Ziegeln zusammengesetzten Heizcanäle für die besten. Die Sohle derselben soll in englischem Maße aus 2 Zoll dicken, 15 Zoll langen und 12 Zoll breiten Ziegeln bestehen, unter deren Fugen sich Backsteine befinden, welche auf der hohen Kante stehen und den Canal etwa 4 Zoll über den Boden halten. Die Wände bestehen aus gut geformten 6 Zoll von einander abstehenden Backsteinen, deren zwei auf der hohen Kante übereinanderstehen, und der Deckel aus 1½ Zoll starken, 12 Zoll langen und 10 Zoll breiten Ziegeln, die der Länge nach in die Richtung des Canales zu liegen kommen, so daß der Deckel nicht über die Seitenwände hervorsteht, sondern beide Ecken ausgekehlt sind, wodurch der Canal ein sehr leichtes und sauberes Ansehen erhält. Der innere Raum desselben wird 10 Zoll hoch und 6 Zoll breit sein. Er ist von allen Seiten frei, die Unterbrechung der stützenden Backsteine abgerechnet. Unter allen verschiedenen Sorten, die Nicol versucht hat, fand er diese am zweckmäßigsten. Es ist klar, daß sie besser heizen müssen als Canäle, die im Fußboden liegen und eigentlich nur durch die Oberplatten Wärme verbreiten, während sie an diesen von allen Seiten freistehenden Canälen auch an allen Seiten ausströmen kann; nur ist es sehr nöthig, daß sie niemals gesenkt werden, vielmehr besser zwischen der Feuerung und der Einmündung in den Schornstein etwas Steigung erhalten und daß sie mit einem recht gut ziehenden Schornstein in Verbindung stehen, weil sie sonst leicht Rauch durchlassen. Von den Canälen mit erwärmter Luft sagt Nicol, er glaube sich von deren Unbrauchbarkeit überzeugt zu haben.

Diese Heizröhren mit erwärmter Luft sind minder feuergefährlich, wie Rauchröhren; sie werden mit Nutzen zu der Erwärmung größerer öffentlicher Gebäude, Fabrikanstalten u. dgl. Gebäude angewendet. Die Heizkammer, in der solche ihren Ursprung nehmen, muß möglichst tief unter dem Gebäude angebracht und mittelst Ueberwölbung und doppelten, wohlschließenden eisernen Thüren verwahrt werden; in derselben befindet sich ein eiserner Ofen, der eine Form hat, welche bei gegebener Größe möglichst viel Oberfläche hält, der Rauch aus demselben wird nach hinreichender Circulation in einen gewöhnlichen Schornstein geleitet. Wenn die Röhren, welche die erwärmte Luft ableiten, nur einfach sind, so verschluckt das Mauerwerk, welches dieselben umgibt, bei seiner großen Wärmecapacität einen großen Theil der Wärme; dieser Nachtheil findet aber weniger statt, wenn solche doppelt angelegt werden, so daß das innere Rohr, welches aus einem Material besteht, das wenig Wärmecapacität hat, in geringer Dicke angewendet

---

*) The Scotch Forcing Gardener Edinburgh 1798. 8.

werden kann, dabei vollkommen luftdichte Constructionen zuläßt, zwischen dieser Röhre und dem Mauerwerk des Canales aber ein Raum bleibt, worin die Luft vollkommen dicht eingeschlossen ist.

Siebenundzwanzigstes Kapitel.

Säulen bei den Aegyptern, Indiern, Griechen, Römern, Arabern und in der Spitzbogengewölbe-Bauart im Allgemeinen.

In diese Constructionen gehören alle Säulenstellungen, die innerhalb oder außerhalb der Gebäude Decken tragen. Bei den Aegyptern und Indiern finden wir die Säulen außerordentlich stark, bei geringer Weite von einander. Dieselben sind zuweilen, wie an dem Tempel zu Komonbu, nicht viel höher als vier Durchmesser und die Säulenweite dieses Tempels beträgt nur anderthalb Durchmesser. Die Construction des Mauerwerks über den ägyptischen Säulen ist sehr einfach. Sie besteht immer aus horizontalen Werkstücken, die sowohl die Verbindung zwischen den Säulen unter einander als auch zwischen den Säulen und den Tempelmauern bilden. Der Tempel von Komonbu und der Tempel auf der Insel Elephantine zeigen einige Constructionsverschiedenheit, an jenem ist nach Norden's Angabe die obere Hohlkehle mit der Platte unter derselben ein Stück und vereinigt als eine sehr große Deckplatte je zwei Säulen und die hintere Mauer. Bei dem Tempel auf der Insel Elephantine, den ich durch Handzeichnungen von Silvestro Bossi*) kenne, ist die Construction weit leichter und ausführbarer bewirkt. Die Unterplatte bildet Ein Werkstück, welches zur Vereinigung der Säulen unter sich dient, wie das Architrav der griechischen Säulenstellung, während die große Hohlkehle aus vielen Querstücken zusammengesetzt ist, welche auf einer innern Mauer ruhen, deren Auflagen durch eine hohlkehlenförmige Ausladung vermehrt wird. Auf ähnliche Weise liegen Architrave an den Seiten des Tempels zu Komonbu über den Säulen, und querliegende Werkstücke, die dem griechischen Friese entsprechen, vereinigen dieselben mit dem Gebäude, während nun hier die Hohlkehle die Stelle des griechischen Karnieses versieht.

So entwickelt sich schon in der ägyptischen Baukunst das Grundprincip der griechischen Säulenordnung; die ägyptische Säule beruhet auf gleichen ursprünglichen Ideen wie die griechische, und es gehören die wesentlichsten Regeln der Säulenordnungen der Constructionslehre an, nicht der Verzierungskunst.

Die ägyptische Säulenordnung ist einfacher in Absicht auf Construction, sie ist reicher in Absicht auf Verzierung, wie die griechische.

Die freistehenden ägyptischen Säulen sind meistens rund, die freien griechischen Säulen sind dieses immer, der Grund dieser Urform liegt vor Augen. Die runde Säule verhindert weit weniger wie die vierkantige den Durchgang von Licht und Luft, sowie von Personen, während letztere keineswegs in glei-

---

*) Einem römischen Maler, Schwager des Verfassers, der im Jahr 1821 Aegypten und Nubien mit dem Irländer Cooper bereiste.

chem Verhältniß stärker ist. Aber die runden Säulen würden eine Unvollkommenheit in ihrem Auflager für die viereckigen Werkstücke des Gesimses haben, wenn nicht derselben durch den Knauf der Säule, namentlich aber durch die viereckige, oder doch der viereckigen Form sich nähernde Deckplatte des Knaufes, der Abacus, welchen viele ägyptische Säulen und alle griechische haben, abgeholfen worden wäre. Die übrige Gestaltung des ägyptischen Knaufes gehört wohl meistens mythischer Verzierung an. Die Construction hat solche nur insoweit bedingt, als sie in dem Knauf stets eine Verbreiterung der Säule und einen Uebergang von der runden Form zu der viereckigen Gestalt des Abacus oder des Architraves verlangt. An dem Tempel zu Dendra besteht der Knauf fast lediglich aus vier menschlichen Köpfen, vielleicht von irgend einer Gottheit. An andern sind solche aus Laubwerk in mannichfaltiger Zusammenstellung gebildet.

Die Bauarten der Völker sind ebensogut wie ihre Sprachen Ausdruck und Abdruck des Charakters derselben und der Culturstufe, auf der die Nationen stehen. So wie die ältesten Sprachen einfacher in ihrer Zusammenfügung, aber zugleich bildervoller und phantasiereicher sind, so sind dieses auch die Bauarten der alten Völker in Aegypten und Indien. Bei den Griechen sehen wir beides, Sprache und Gebäude, zu einer gewissen harmonischen Klarheit gediehen, die bei mehr vollkommner Zusammensetzung in Absicht auf Verzierung ein gewisses Mittel hält, in dem sich ein heiterer Ernst darstellt, während die Anzeigen älterer Abkunft, welche in manchem liegen und eben auch in der geheimnißvollen Verzierung ausgedrückt sind, eine feierliche, ja ich möchte sagen, schauerliche Beleuchtung auf die altgriechische Gebäude werfen.

Bei den Römern stieg Construction und Verzierung in der Bauart zu einem hohen Grad von Vollkommenheit und Pracht, der mit dem unerhörten Wachsthum der Macht und des Reichthums dieses Volkes zunahm und in Absicht auf das eine und das andere zur Uebertreibung führte, als welches wir in der Construction ihre Vorliebe für die Verwendung ungeheurer Steinmassen betrachten, und den Gebrauch der kostbarsten Mittel zur Erlangung einer Festigkeit, die oft den Endzweck des Gebäudes weit überdauern mußte und welche den Fall absichtlicher Zerstörung unberechnet ließ, worin aber eben etwas ungemein Großes und Vornehmes liegt, während die Gebäude mit einer Pracht verziert waren, die kaum irgend einen Raum mit Sculpturen, Gemälden und kostbaren Baustoffen unbedeckt ließ. Mit der Macht des Volkes stürzte aber auch die Pracht und der Glanz seiner Bauart von dem hohen Gipfel herab. Noch überprächtiger ist die Bauart bei den Arabern geworden, die man wohl in mehr als einer Beziehung die Römer des Orients nennen könnte, und eben solcher Glanz, eben solcher Reichthum schmückt auch die Sprache dieses Volkes; das ist die Bauart der Zauberei und der Mährchen, und in der That könnte das arabische Gebäude oft selbst ein Mährchen genannt werden. Aber wunderbar wie alles Andere ist die Erscheinung der sogenannten gothischen Bauart, die sich, ohne einer einzelnen Nation anzugehören oder mit irgend einer Sprache verschwistert zu sein, in gereifter, ja in überreifer Vollendung wie ein Blitz über den ganzen Occident verbreitet, und nach Jahrhunderten eines unveränderten Glanzes ebenso schnell wieder verschwindet oder durch die Rückkehr der griechisch-römischen Bauart, die sich nun ebensowohl über den ganzen Occident verbreitet, verdrängt wird.

Verzierung und Construction ist in allen diesen Bauarten so eng mit einander verschwistert, daß nichts gewöhnlicher ist, aber auch nichts ein mehr widerwärtiger Fehler bleibt, als wenn von den Nachahmern beides verwechselt und etwas als Verzierung angewendet wird, was eine an den Ort gar nicht passende wesentliche Construction bedeutet, wobei es ein übler Trost ist, daß auch i

terthum dergleichen vorkomme. Bei dem Außerwesentlichen mögen wir freilich eine solche Verwechselung kaum vermeiden, denn darin scheint wohl manches Verzierung, was ursprünglich einen andern Zweck hatte, als dem Auge zu gefallen, und es sind selbst manche Verzierungen im Alterthum auf solche Weise entstanden. So glaubt man, daß die gerieften Formen der ägyptischen Säulenschafte ursprünglich nur Nachahmung einer uralten Bauart aus Schilf sei, welche Bauart stattgefunden habe, bevor man die Bearbeitung der Steine verstand, wo denn die Säule ein aufrecht gestelltes Schiffbündel vorstellt und der Knauf vielleicht eine Nachbildung von Schilfblüthen oder Wasserpflanzen an dem Ende des Bündels bedeutet. Selbst die Umrisse einiger Knäufe erinnern an solche Schilfbündel, welche, dem Druck der oberen Last nachgebend, sich da, wo die nach oben verjüngten Schilfbündel schwächer waren, auseinander gespreizt hätten. Die Wände und Decken konnten dabei von einem Gemisch aus Schilf und Lehm verfertigt sein, deren äußere Kanten zum Schutz gegen den Anfall des Wetters und Beschädigung abermals mit dünnen Schilfbündeln verwahrt wurden. In der That stimmt diese Meinung mit Diodor's Nachrichten überein, wonach die ältesten Bewohner Aegyptens erst in Höhlen und dann in Hütten aus Lehm und Rohr wohnten *), sowie nach Bruce **) noch die heutigen Aegypter Hütten gleicher Art bauen. Auch ersehn wir aus den Büchern Moses, daß es an Holz, welches bessere Säulen abgegeben hätte, in Aegypten fehlte, denn die Israeliten brannten dort die Backsteine mit Stroh.***)

Die Verjüngung der Säule entspricht zugleich der Verjüngung der Mauern an den ägyptischen Gebäuden und hat eine Constructions-Idee zum Grund, nach welcher, wie ich oben bereits nachgewiesen habe, nicht allein die Masse, sondern auch der Grad von Aufstand, welchen dieselbe hat, für deren Kraft zum Tragen entscheidet. Die ägyptischen Säulen haben häufig keine besondern Füße, theilweis jedoch dergleichen durch eine verzierte Einziehung, welche auf einer vierkantigen Platte oder Plinthe steht und wahrscheinlich aus Constructionsrücksichten gemacht wurde, indem die untern Kanten der Säulenschafte abgeplatzt sein mögen, da man wahrscheinlich nicht verstand, einen sogenannten Druck an ihrer untern Fläche anzubringen.

Diejenige Säulenordnung der Griechen, welche sich zunächst der egyptischen Bauart anschließt, ist die altdorische (T. I. F. 27.), die wir an dem Parthenon oder Minerven-Tempel zu Athen an der Propyläen und dem Tempel des Theseus dortselbst, an vielen Tempeln in Sicilien, wie an dem der Concordia zu Agrigent, dem zu Segesta, und denen zu Selinunt, an den Tempeln zu Pästum, dem Soldatenquartier, dem Landhaus, einem Tempel, dem Forum und mehreren andern Gebäuden zu Pompeji, sowie auch an dem in neueren Zeiten von englischen Architekten in der alten Citadelle bei Rhamnus entdeckten Tempel der Nemesis u. a. m. finden. Die Säulen sind fast überall aus einzelnen sogenannten Trommelstücken erbauet und die Untersuchungen an dem Tempel zu Rhamnus ****) beweisen, daß sie durch metallene Dübel unter sich vereinigt waren, während der Knauf der Säule mit zwei Klammern mit den Steinen des Architravs in Verbindung steht.

*) Diodor I., 43.

**) Bruce Reisen zur Entdeckung der Quellen des Nils, Thl. I. Buch 1. Cap. 6.

***) Der Gedanke, dieser Ableitung der ägyptischen Bauformen ist nicht mein eigener, sondern er wurde mir von dem verstorbenen Oberbaudirector Jussow mitgetheilt.

****) Unedited antiquities of Attica. London 1817.

Die Form des dorischen Säulenknaufs beruhet lediglich auf einer Constructionsidee. Die viereckige Platte dient dazu, um das Auflager der Säule und somit ihre Tragkraft zu vermehren. Das runde Glied, welches die Form eines gedrückten Pfuhles hat und unmittelbar unter dem Abacus liegt, bildet einen Uebergang von der Säule zu dem letzteren und unterstützt denselben kragsteinartig. Die Stäbchen unmittelbar unter dem Pfuhl sind kein sehr wesentlicher Theil des Knaufes, sie stehen zuweilen gänzlich wie an dorischen Säulen zu Pompeji und sie sind von verschiedener Form und Zahl.

Ihre Absicht ist, die Fuge zwischen Knauf und Schaft zu verstecken und eine gleiche Absicht haben die Einschnitte, deren zuweilen mehr oder weniger in geringer Entfernung unter dem Knauf vorkommen.

Die altdorische Säule hat keine Basis. Der Reifen, oder Cannelirungen, die sich an ihrem Schaft befinden, sind, wie das Parthenon und die Propyläen zeigen, gewöhnlich zwanzig, und bildet der Mittelpunkt des Kreises, aus welchem deren Bogenlinien construirt sind, mit den Kanten der Cannelirungen ein gleichseitiges Dreieck, wie an dem Parthenon, oder sie sind nach einer gedrückten Bogenlinie vertieft, wie an den Propyläen. Das Architrav unmittelbar über dem Knauf hat an seinem obern Rand ein Stäbchen, dessen Absicht nur sein konnte, die Fuge zwischen Architrav und Fries zu verstecken. Das Fries der dorischen Säulenordnung zeichnet sich durch seine gruppenweis zusammengesetzten gereiften Einschnitte aus, welche man Triglyphen oder Dreischlitze nennt, sowie ihre Zwischenräume Metopen heißen. Diese letzteren sollen ebenso breit, als hoch sein, wir halten solches aber nur in dem Fall für nöthig, wenn sie mit Rosetten oder andern kreisrunden Verzierungen ausgefüllt werden. Man betrachtet gewöhnlich die Triglyphen als die Köpfe der Balken, oder vielmehr der Werkstücke und die dreieckigen Einschnitte derselben als willkührliche Verzierungen, die der Zufall hervorgebracht habe, womit man auch die kleinen zahnartigen Abtheilungen unter und über denselben, die man Tropfen nennt, in Beziehung bringt. Ich glaube, daß die Triglyphen ursprünglich die Absicht hatten, die Fugen der querliegenden Quaderstücke oder Balkenköpfe zu verstecken. Das Karnies, die dritte Abtheilung des dorischen Gesimses hat den Hauptzweck, einen wesentlichen Vorsprung für das Dach zu bilden, um das von diesem herabfließende Regenwasser von dem Gebäude abzuleiten. Dieses konnte durch eine beträchtlich hervorstehende sogenannte hängende Platte erreicht werden; aber es war wiederum nöthig, das Regenwasser auch von dieser Platte abzuleiten und dieses geschah durch einige zarte Ausladungen an ihrer oberen Kante, andern Theils bedurfte solche unterhalb einiger Unterstützung, die deßhalb durch verschiedene Ausladungen gebildet wurden, welche zugleich die Steinfuge zwischen Karnies und Fries verstecken. Die schräg geneigten Platten unter der Hauptplatte, welche man Dielenköpfe nennt, bringt man auf eine, wie mir scheint irrige Weise mit der Dachconstruction in Beziehung, sie scheinen ursprünglich nur gewählt, um die untern Quadernfugen der Werkstücke des Karnieses zu verstecken. Die Verhältnisse der altdorischen Säule sind im Alterthum nicht streng gegeben, sie sind vielmehr in hohem Grad von einander abweichend und ich glaube auch, daß es in einem gewissen Grad gestattet sei, bei der Anwendung dieser Säule nach der größern oder geringern Last und nach dem Stoffe, aus dem solche construirt wird, Modificationen eintreten zu lassen. Ich sage in einem gewissen Grade, denn hier, wo ich speciell diejenigen Gebäudeverhältnisse, welche man gewöhnlich als die zartesten betrachtet, nämlich diejenigen der Säulenordnung berühre, habe ich in diesem Betracht meine Meinung auszusprechen. Ich unterscheide absolute und derivative Verhältnisse in Gebäuden. Unter absoluten

Verhältnissen verstehe ich diejenigen, welche durch Naturgesetze unbedingt gegeben sind. Ein Gebäude, welches richtigen mechanischen Gesetzen gemäß proportionirt ist, wird vollkommen absolute Verhältnisse haben. Außerdem kommt aber auch etwas anderes in Betracht, dessen wesentlichen Einfluß wir nur mit der Macht der Gewohnheit entschuldigen können, welche die derivativen Verhältnisse begründet. Das menschliche Auge und der mit ihm verschwisterte Größensinn oder das Größengedächtniß — das Augenmaaß — wird nämlich durch die Betrachtung des Vorhandenen gleichsam erzogen und zuletzt fixirt, es ist ihm daher wohlthätig, bekannte Gegenstände stets in bekannten oder doch wenig verschiedenen Verhältnissen wiederkehren zu sehen, wie es die Natur, namentlich bei allen organischen Wesen ebenwohl geschehen läßt. Diesen auf Gewohnheit und damit zusammenhängende Vorliebe begründeten Verhältnissen muß daher auch ihr Recht geschehen und sie dürfen sich in sofern eines Einflusses auf die absoluten Verhältnisse eines Gebäudes bemächtigen, als sie solche niemals verschwächen, während doch eine große Verstärkung als Masseverschwendung erscheinen muß. Die derivativen Verhältnisse gehören in gewissem Grad der Verzierungskunst an, während die absoluten gänzlich Ausfluß der Construction sind. Die absoluten Verhältnisse ergründen wir durch mechanische Berechnung, die derivativen dadurch, daß wir mit dem Auge diejenigen Gebäude, welche unsere Zeit schätzt und als vortrefflich anerkennt, gleichsam auswendig lernen, so daß es uns möglich ist, solche aus dem Gedächtniß und aus freier Hand darzustellen. Als solche derivative Verhältnisse betrachte ich nun diejenigen, welche von den Säulenordnungen der griechischen und römischen Gebäude abgeleitet sind und mit denen unsere Zeit durch ihre Anwendung im ganzen Occident seit drei Jahrhunderten vertraut geworden ist.

Ich richte mich in demselben nach dem System von Dürand*) und indem ich mich hinsichtlich der altdorischen Ordnung auf die von ihm angegebenen Verhältnisse beziehe, bemerke ich nur noch, daß sie nach Vitruv ihren Namen von dem Dorus hat, der ein Sohn des Hellens und der Nymphe Orseida war, über Achaja und den Peloponnes herrschte und zu Argos einen Tempel der Juno in dieser Bauart errichtete.**)

Vitruv erzählt ferner, daß späterhin die Athenienser dreizehn Colonien unter der Anführung des Jon's, des Sohnes des Xuthus und der Creusa, nach Asien sendeten, welche die Carier und Leleger vertrieben und deren Land nach dem Führer ihrer Colonie, Jonien nannten. Daselbst erbaueten sie den Göttern Tempel und zwar zuerst dem Apollo Panionius nach der Art, die sie in Achaja gesehen hatten, und welche sie die dorischen nannten. Um bei diesem Tempel die Säulenverhältnisse zu finden, welche ebensowohl geschickt wären, denselben hinreichende Tragkraft und ein schönes Ansehn zu geben, maßen sie die Länge des männlichen Fußes und da sie fanden, daß solcher den sechsten Theil von der Höhe des Mannes ausmache, so trugen sie dieses Verhältniß auf die Säule über, indem sie dieselbe sechsmal ihren Durchmesser hoch machten, und solcher auf diese Weise gleichsam das Verhältniß des Mannes gaben. Als sie nun später der Diana einen Tempel in einer neuen Bauart errichten wollten, suchten sie auf gleiche Weise die Zierlichkeit der Frauengestalt nachzuahmen, sie machten daher die Säule acht Durchmesser hoch, damit sie ein schlankeres Ansehen hätte. Den Fuß der Säule verzierten sie mit runden Gliedern, gleichsam wie

---

*) Precis des leçons d'architecture donées a l'école politechnique par J. N. L, Durand. A. Paris 1809.

**) Lib. IV. cap. I. Utinie 1827.

mit einem Schuh und dem Knaufe gaben sie die Voluten wie Haarlocken, welche an den Seiten herabhingen, während sie die Stirn des Knaufes, statt der regelmäßig geordneten Haare, mit zarten Laubsprossen und Blüthen schmückten, und an dem Säulenschaft vertiefte Streifen, wie Falten eines langen Frauenkleides anbrachten. Als sich nun bei ihren Nachkommen Eleganz und Feinheit des Geschmackes ausbildete, und sich dieselben an zierlicheren Verhältnissen erfreuten, gaben sie der dorischen Säule eine Höhe von sieben Durchmessern und der jonischen, denn so nannte man diese Säule, weil sie die Jonier zuerst erfanden, wurden acht und ein halber Durchmesser zur Höhe bestimmt.

So erzählt Vitruv, und es ist schwer bei der fast verliebten Beschreibung, die derselbe von der jonischen Säule macht, ernsthaft zu bleiben. Der Himmel behüte uns vor solchen Ableitungen und vor solcher versteinerten Frauengrazie, und säulenmäßiger Haarlockenanmuth. Es geht wohl nur ebenso viel aus dieser Beschreibung hervor, daß man schon zu Vitruvs Zeiten den Ursprung der charakteristischen Theile der jonischen Säule nicht mehr kannte, und ich glaube, daß Voluten, Cannelirungen und Basis mit der Bestimmung der jonischen Säule wesentlicher zusammenhingen, wie solches wenigstens bei der Basis einleuchtend ist, die ohne Zweifel eine Vermehrung des festen Aufstandes der Säule bezweckte. Diese Basis der jonischen Säulenordnung, welche man gewöhnlich die attische nennt, ist übrigens merkwürdig genug: man sagt das Wort Sack finde sich für gleiche Bedeutung in allen Sprachen, ebenso findet sich diese attische Basis in den Bauarten fast aller Nationen, deren Alter sich nicht höher als das der Griechen heraufdatirte. In Absicht auf die Verhältnisse der jonischen Säule (T. I. F. 28) beziehe ich mich abermals auf Durand und bemerke nur zur Erklärung der Gliederungen Folgendes: Basis, Schaft und Knauf der Säule können ohne einen großen Verlust an Stein und Arbeit nicht aus einem Stück gemacht werden, sondern jeder dieser Theile besteht wenigstens aus einem besondern Stein. Es ligt aber in der Idee der Gliederungen, daß das obere Stäbchen der attischen Basis stets zum Schaft gehöre, und ebenso auch das Stäbchen und der Rundstab unmittelbar unter dem Hals des Säulenknaufes; diese Glieder sind offenbar bestimmt, die Steinfugen zu verstecken und das Versetzen des Säulenschaftes zu erleichtern.

Im Uebrigen wiederholt sich das von der dorischen Säulenordnung Gesagte in Absicht auf die Erklärung des Ursprunges der Theile des Knaufes und des Gesimses. Unter der vorstehenden größern Platte des jonischen Karnieses ist eine Gliederung, als Wassernasse unmittelbar unter der Platte zu erwähnen. Dieselbe hat den Endzweck, das Herabfließen des Regenwassers an dem Gesims zu verhüten, da dasselbe unter der Platte nicht wieder aufwärts steigen kann und also an ihrer vordern Kante herabtropfen muß. Zur geometrischen Construction der jonischen Volute gibt es verschiedene Methoden. Ich bin mit der in Durand's angeführtem Werke vollkommen einverstanden.

Die berühmtesten griechischen und römischen Gebäude, an denen die jonische Säulenordnung noch heut zu Tage erhalten ist, sind der Tempel des Erechtheus, oder nach andern der Minerva Pallas zu Athen, der Tempel am Ilissus unweit Athen, der Tempel des Apollo zu Milet, ferner der Concordientempel auf dem römischen Forum, das Colissäum, das Theater des Marcellus, der Tempel der Fortuna virilis zu Rom, u. s. w.

Noch zierlicher wie die jonische Säulenordnung ist die corinthische, deren Verhältnisse Vitruv der Zierlichkeit der jungfräulichen Gestalt vergleicht. Der Knauf derselben ist reichlich mit Voluten und Laubwerk verziert. Von dessen Erfindung erzählt Vitruv, daß eine erwachsene corinthische Bürgerstochter vor

einer Krankheit befallen und gestorben sei. Nach ihrem Begräbniß trug ihre Amme einen Korb mit Trinkgeschirren, an denen die Jungfrau bei ihren Lebzeiten Freude gehabt hatte, auf ihr Grabmal, auf dessen Spitze sie solches aufstellte und den Korb zu dessen Verwahrung unter freiem Himmel mit einem Ziegel bedeckte. Dieser Korb war zufälliger Weise auf eine Acanthuswurzel zu stehen gekommen. Indessen hatte die von dem Gewicht niedergedrückte Wurzel ihre Hauptblätter und Stengel zur Frühlingszeit ausgebreitet, und die Stengel, die sich an dem Korb in die Höhe rankten, waren, durch die hervorstehenden Ecken der schweren Ziegel zurückgedrückt, genöthigt worden, die Form der Voluten anzunehmen. Zu dieser Zeit ging Callimachus, welchem die Athenienser wegen seiner Eleganz und ungemeinen Genauigkeit in der Bearbeitung des Marmors den Beinamen Katatechnos gegeben hatten, an dem Monumente vorüber und bemerkte diesen Korb und die Zartheit der rings hervorsprossenden Blätter; erfreuet über die Neuheit der Art und Form, bildete er nach diesem Muster Säulen zu Corinth und erfand die Verhältnisse dazu. Ich richte mich in Absicht auf diese Form (T. I. F. 29), ebenwohl nach Durand, dessen corinthisches Gesims nur das Ungewöhnliche hat, daß es einmal keine sogenannte Sparrenköpfe enthält, welche sonst als eine Eigenthümlichkeit der corinthischen Säulenordnung betrachtet werden, außerdem ist auch die Abtheilung des Architraves in mehrere hängende Platten vermieden, welche schon bei der jonischen Säulenordnung üblich sind.

Die corinthische Säulenordnung ist an wenigen griechischen, aber an sehr vielen römischen Gebäuden erhalten. An den erstern kommt sie mit sehr wesentlichen Verschiedenheiten vor, wie z. B. an dem Tempel der Winde, in der Citadelle von Athen, und an dem Grabmal zu Mylassa in Carien, wo keine Voluten an den Knäufen befindlich, und an den ersteren nur eine Reihe Acanthusblätter und keine Basen angebracht sind; dann kommt die Säulenordnung mit großem Reichthum und Grazie an der Laterne des Demosthenes und am meisten der heut zu Tag ähnlichen an dem Tempel des olympischen Jupiter zu Athen vor.

Von römischen Gebäuden mit corinthischen Säulen erwähne ich besonders der herrlichen Säulenordnung vom Tempel des Jupiter Tonans unterm Capitol, vom Tempel des Jupiter Stator auf dem römischen Forum, von dem Porticus des römischen Pantheons, von dem Tempel des Antonin zu Rom, von dem des Antonin und der Faustina daselbst, und von dem runden Tempel der Vesta zu Tivoli.

Die Griechen wendeten nur diese drei beschriebenen Säulenordnungen an. Bei den Römern kamen noch zwei Abarten hinzu und die griechische dorische Säulenordnung wurde verändert und nach viel schlankeren Verhältnissen eingerichtet. Die erste Abart wurde die toscanische genannt. Die Säule blieb der griechisch dorischen ähnlich, erhielt aber durchschnittlich sieben Durchmesser zur Höhe, und es wurde derselben eine einfache Basis gegeben. Das Fußgestell bekam einige Gliederungen, während Triglyphen, Tropfen und Dielenköpfe aus dem Gesims entfernt wurden. Ich beziehe mich, wegen dieser toscanischen Säule, sowie wegen der römisch-dorischen, wieder auf Durand. Die Abweichung dieser letztern von der griechisch-dorischen Säulenordnung (T. I. F. 30), besteht hauptsächlich darin, daß sie statt sechs Durchmesser acht dergleichen zur Höhe bekam, daß sie eine Base erhielt, und daß Kranzleiste und Sockel des Fußgestelles mit einigen Gliederungen versehen wurden, sowie diejenigen des Gesimses einige Veränderung erlitten. — Die zweite Abart, welche aus den griechischen Säulenordnungen entstanden ist, die von Manchen sogar als eine besondere Säulenordnung betrachtet wird, ist die sogenannte römische, die aber kaum als eine Abart der corinthischen Säulenordnung angesehen werden kann, denn da die

Gliederungen der corinthischen Säulenordnung keineswegs so sehr gleichförmig vorkommen, daß einige außerwesentliche Abweichungen darin eine besondere Säulenordnung oder auch nur characteristische Unterscheidungszeichen bilden könnten, so bleibt als unterscheidendes Merkmal für diese sogenannte römische Säulenordnung nur noch übrig, daß bei dem Knauf, statt der zarteren Voluten in der Mitte und an den Ecken, nur an den Ecken größere, den jonischen ähnliche Voluten angewendet werden, welches denn ebenwohl kein sehr characteristisches Zeichen ist, da die Voluten mit großer Verschiedenheit an den corinthischen Säulen vorkommen, ja selbst an einigen griechischen Mustern dieser Ordnung, wie oben bemerkt worden ist, ganz wegfallen.

Man könnte annehmen, es gäbe drei griechische Säulenordnungen und vier römische, indem man z. B. die dorische Ordnung vom Parthenon, die jonische vom Tempel des Erechtheus, und die corinthische von der Laterne des Demosthenes als die ersteren bezeichnend, die toscanische Vitruvs, die dorische vom Theater des Marcellus, jedoch mit einer Basis, die jonische vom Colissäum, und die corinthische von der Säulenhalle des Pantheons als characteristisch für die römischen Säulenordnungen erwählte.

Allein die Wahrheit ist, daß von den ersteren römischen wenig Beispielen erhalten sind, während die griechisch-dorische auch in dem römischen Alterthum so sehr häufig vorkommt z. B. in Pompeji. Es ist aber nicht zu läugnen, daß ihre Verhältnisse zu denen der beiden andern Säulenordnungen nicht harmoniren, und dürfte ein großer Zwischenraum zwischen ihrer Erfindung und derjenigen der jonischen Ordnung liegen; dürfte ich meinem Gefühle allein folgen, so wäre ich geneigt, die corinthische Säulenordnung vom Tempel der Winde zu Athen noch für eine ältere Erfindung als die jonische Säule zu halten.

Das Disharmonische der griechisch-dorischen Säulenordnung mit den andern besteht besonders darin, daß sie andere Verhältnisse und keine Basis hat, deren Zusatz dem Auge aber unerträglich wird, indem dadurch bei entstehender allzugroßer Aehnlichkeit mit der toscanischen Säulenordnung das unangenehme Gefühl entsteht, daß diese letztere schwerfälliger wiedergegeben werde. Es scheint daher eben die beabsichtigte Vereinigung der dorischen Säulenordnung mit der jonischen und corinthischen zusammen, an einem Gebäude, wie z. B. am Colissäum, zu der Erfindung der toscanischen und römisch-dorischen Veranlassung gegeben zu haben.

Alle runden Säulen werden nach oben verjüngt. Vitruv sagt, man gebe den Säulen in der Mitte einen Zusatz an der Dicke, welche man Entasis nenne, und welche eine sanfte, in einander fließende Form haben müsse, allein es findet sich kein Beispiel von einer solchen, in der Mitte dickeren Säule und selbst die Beispiele von solchen, die nicht von unten auf regelmäßig conisch zulaufend verjüngt wären, sind äußerst selten, so daß sie gar nichts gegen die große Zahl der letzteren bedeuten. Die Verjüngung, welche Durand seinen fünf Säulenordnungen gibt, ist stets, daß er den obern Durchmesser der Säule um den sechsten Theil kleiner macht, wie den untern, und solche von unten nach oben gleichförmig verjüngt.

Ich habe bis jetzt nur runde Säulen erwähnt, freistehende vierkantige Säulen kommen in der griechischen und römischen Bauart sehr selten, und dann nur, wie z. B. an den Flügelgebäuden der Propyläen, in untergeordneter besonderer Bestimmung vor, wie dieses auch nicht anders als der oben entwickelten Idee der runden Säule gemäß ist. Aber nicht selten finden sich sogenannte Pilastern, d. h. vierkantige Säulen, welche den Mauern angeblendet sind. Diese Pilastern werden nie verjüngt, ich bin aber der Meinung, daß es nicht gut sei

denselben die ganze Dicke des untern Durchmessers der runden Säulen zu geben, indem sie dadurch allzu schwerfällig gegen die runden Säulen erscheinen. Vielmehr halte ich für das beste, daß man die Dicke des verjüngten Schaftes der runden Säule in der Mitte, zu der Dicke der entsprechenden Pilastern annehme, welches ich practisch erprobt und sehr wohlgefällig für das Auge gefunden habe. Dazu kommt der Vortheil, daß nun nach den Pilasterschaften Architrav und Fries des Gesimses etwas weniger Dicke erhalten, und also über den runden Säulen, die mit den Pilastern zusammengestellt werden, nicht so viel vorstehen. Bei den griechischen Gebäuden ist hinsichtlich der Pilastern das Eigenthümliche, daß solche stets andere Knäufe, wie die mit ihnen combinirten runden Säulen haben, und wenn wir den Ursprung der Gestalten des Säulenknaufes bedenken, nämlich die Absicht, einen Uebergang von der runden Form der Säule zu dem viereckigen Abacus zu bilden, so können wir auch in der That die verschiedene Form der Pilasternknäufe nicht anders, als natürlich finden, und es ist solche Verschiedenheit eben eine Probe der Richtigkeit meiner Ableitung der Knaufformen. Die corinthischen und jonischen Voluten fallen an den Knäufen weg, weil daselbst keine vor den runden hervorstehende Ecken mit denselben zu unterstützen sind, und ebenso werden an den dorischen Pilastern zartere, weniger ausgeladene Gliederungen angebracht, da hier keine Nothwendigkeit stattfindet, einen schweren, stark ausgeladenen Abacus zu unterstützen. Bei den römischen Gebäuden stimmen dagegen die Pilasternknäufe, namentlich bei der corinthischen Ordnung, mehr mit denen der Rundsäulen überein, sowie die römische Bauart überhaupt mehr die ursprüngliche Ableitung der Architekturtheile auf die Seite setzt, und statt derselben mehr dem Auge zu schmeicheln sucht. Doch erinnere ich mich, nicht an einem römischen Gebäude einen griechisch-dorischen Pilasternknauf gesehen zu haben, der die Form des Knaufes der runden altdorischen Säulen gehabt hätte, wie wir denn dessen Anwendung als in der That sehr sinnwidrig und das Auge beleidigend betrachten müssen.

In Absicht auf die Entfernung der Säulen von einander, oder der sogenannten Intercolumnien oder Säulenweiten, lehrt Vitruv, daß es deren fünf verschiedene gäbe, nämlich Pycnostylos, gleich 1½ Säulendurchmesser, Systylos gleich 2 Durchmessern, Eustylos gleich 2¼ Durchmesser, Diastylos gleich 3 Durchmessern und Aräostylos gleich 4 Durchmessern. Die beiden erstern erklärt Vitruv für allzu eng und deßhalb unbequem, von den beiden letztern sagt er, daß bei denselben keine Gesimse von Werkstücken oder Marmorquadern zu machen ständen, weil sie wegen großer Weite des Freitragens brächen. Dagegen empfiehlt er die Säulenweite Eustylos und will, daß man bei deren Anwendung der Säulenweite, welche der Vorderthüre, und derjenigen, welche der Hinterthüre gegenüber steht, drei Durchmesser geben solle.

Durand ist der Meinung, daß die Säulenweiten nach den Säulenordnungen zu richten seien, und daß diejenigen Säulen, deren Höhe weniger Durchmesser beträgt, auch in weiterer Entfernung gestellt werden könnten. Diese Rücksicht ist, wenn schon mehr das absolute, als das derivative Verhältniß betrachtend, sachgemäß und um so mehr anzunehmen, als jene bestimmten Angaben Vitruv's auf Tempelverhältnisse, nicht aber auf die Verhältnisse der Gebäude unserer Zeit Beziehung haben. Uebrigens muß hierbei die Mauerstärke und die Belastung freistehender Säulen um so mehr berücksichtigt werden, als oft sehr große Lasten durch freistehende Säulen zu tragen sind.

Durand gibt der griechisch-dorischen Säulenordnung eine Weite von 3½, der toscanischen 3 Durchmesser, der römisch-dorischen 2½ Durchmesser, der jonischen 2 Durchmesser und der korinthischen 1½ Durchmesser. Ich kann nicht

umhin, das letztere zu wenig und das erstere zu viel zu finden und schlage vor, für das erstere drei Durchmesser, für das letztere zwei dergleichen zu nehmen, so daß die griechisch-dorische Säule 3 Durchmesser, die toscanische $2^3/_4$, die römisch-dorische $2^1/_2$, die jonische $2^1/_4$ und die korinthische 2 Durchmesser erhielte. Diese Säulenweiten geben auch für die römisch-dorische Ordnung quadratische Metopen und für die griechisch-dorische eine geringe Abweichung, wonach solche um 4 Theile des Moduls mehr breit als hoch würden, eine Abweichung, die sich nöthigenfalls leicht dadurch, daß das Fries um einige Theile höher als das Architrav gemacht und die Triglyphe und die Dielenköpfe statt einem Modul in der Breite einem Modul und einigen Theilen gleich gemacht werden, ausgleichen läßt, welches aber kaum in Betracht kommt, da überhaupt diese Säulenweiten nur als eine ungefähre Maaßgabe, nicht aber als eine strenge Gränze zu betrachten sind.

Wir werden in der Folge näher sehen, daß alle diese Verhältnisse der griechisch-römischen Säulenordnungen hinsichtlich der Stärken der Säulen als derivativ und nicht als absolut betrachtet werden können, indem solche auch bei Materialien von geringerer Festigkeit und bei beträchtlicher Belastung immer noch weit stärker sind, als absolut nöthig wäre.

Dieses ist auch der Fall, wenn dieselben in den üblichen oder derivativen Verhältnissen mit halbkreisförmigen Bogen vereinigt werden.

Durand unterscheidet ununterbrochene und unterbrochene Bogenstellungen oder Arcaden; bei jenen trennt nur eine Säule die beiden nächsten Bogen, bei den andern sind mehrere Säulen zwischen denselben, welche durch ein Architrav verbunden sind, und deren Entfernung er in der Art proportionirt, daß er bei der toscanischen und römisch-dorischen Säule den Raum zwischen den Axen der Arcaden, oder was dasselbe ist, die Breite der Arcaden von Mitte zu Mitte in drei Theile theilt und davon einen Theil für die Entfernung der Axen der Säulen in der Architravvereinigung annimmt, während bei den jonischen und korinthischen Säulen der ganze Raum in acht Theile getheilt und zwei dafür zu der Weite der Säulenaxen genommen werden.

Das Verhältniß der Breite der Arcaden zu ihrer Höhe richtet sich nach den Localumständen; als ein schönes, aber derivatives Verhältniß wird betrachtet, wenn solche zweimal so hoch wie breit sind. Um dieses Verhältniß zu construiren, trägt man bei ununterbrochenen Arcaden die Weite von der Mitte der Arcade bis zur Mitte der nächsten Säulen dreimal in die Höhe, rechnet der Zahl der Modul, welche die Säule zur Höhe hat, die Zahl 3 zu und theilt jene gefundene Höhe in so viel Theile, z. B. bei der alt-dorischen Säule in fünfzehn Theile, drei von diesen gefundenen Theilen rechnet man zurück und findet damit die Höhe des Mittelpunktes der Bogen. Sind die Arcaden durch paarweis gestellte Säulen unterbrochen, so rechnet man mit den drei Modulen auch noch die Höhe des Architraves der Säulenordnung zu.

Ich habe bereits oben angeführt, wie Vitruv schon bemerkt, daß bei den größeren Säulenweiten die Gesimse über denselben nicht aus Werkstücken verfertigt werden könnten, weil sie brächen. Auf welche Weite dieses geschieht, ergibt die Beschaffenheit des Steines und die Last, welche derselbe zu tragen hat. Diese Art von Widerstand, welche die Steine auf diese Weise zu leisten haben, nennt man ihren horizontalen Widerstand und das Gesetz für dessen Berechnung ist, daß er ab- und zunimmt im umgekehrten Verhältniß wie die Entfernung der Stützpunkte, und im direkten Verhältniß der Breite und des Quadrates der senkrechten Dicke, d. h. der Höhe, wenn der Widerstand leistende Körper ein Parallelepipedum ist oder wie der Cubus des Durchmessers, wenn es ein

Cylinder ist*). — Prismatische Körper, welche an ihren Enden solid befestigt sind, können, ehe sie brechen, das Doppelte des Gewichts tragen, welches sie aushalten würden, wenn sie nur an ihren äußersten Enden unterstützt wären**).

Wenn es nun nöthig ist, daß die Gesimssteine auf eine größere Weite frei tragen müssen, wie ihre Widerstandsfähigkeit erlaubt, so ist das derivative Verhältniß schwächer als das absolute und wird in diesem Fall das Mittel gewählt, dasjenige, was der Stärke der Steinart abgeht, durch Eisen oder Metall zu ersetzen.

Von Constructionen der Art sind besonders diejenigen der Colonnaden des Louvre, der Säulenstellung der Façade der Sulpitiuskirche zu Paris, des Pantheons daselbst und in Deutschland die des Brandenburger Thores berühmt geworden.

Alle kommen darauf hinaus, daß die tragenden Steine keilförmig nach dem System der wagerechten Wölbungen zusammengesetzt und sodann durch einzelne Klammern gegen Ausweichungen gesichert sind, während Hauptanker, die bald mit diesen Klammern in Verbindung sind, bald für sich bestehen, den Zusammenhalt im Ganzen bezwecken***).

Merkwürdig ist die Construction des Gesimses vom Tempel des Jupiters Stator auf dem römischen Forum. Das Fries ist in der Art construirt, daß es sein eigenes Gewicht und dasjenige des Karnieses auf die Mitte der Säulen überträgt, in dem es nach seiner ursprünglichen Construction auf dem Architrav nicht aufliegt, sondern sich zwischen Schlußsteinen, die auf den Säulen ruhen, festsetzt.

Mannigfaltige interessante Säulenstellungen der altrömischen Baukunst sind uns besonders in den römischen Basiliken erhalten****), und überhaupt bildet die schöne Construction anmuthiger Säulenstellungen, besonders solcher, die mit Bogen überwölbt sind, eine characteristische Schönheit der italienischen Bauart von den Kaisern an bis auf unsere Zeiten.

Die Gebäude des Alterthums waren meistens einstockig, wiewohl diejenigen, welche mehrere Stockwerke hatten, auch nicht selten waren, so daß es nicht an Beispielen fehlt, worin mehrere Säulenordnungen übereinander angebracht sind, wie z. B. das römische Colissäum, das Theater des Marcellus und andere. Bramante, Vignola und Palladio haben sich nach diesen Beispielen gerichtet.

Aber wir verdanken hierin Durand ein neues System, welches so sehr viel Vortheile für Schönheit und Zweckmäßigkeit hat und damit Kostenersparung vereinigt, daß wir uns mit einiger Einschränkung dazu bekennen.

Nach dem System des Colissäums werden die Säulenordnungen mit allen ihren Theilen übereinandergesetzt, nach dem System Durand's bleibt in den unteren Säulenstellungen Karnies und Fries weg, die nur den obersten unmittelbar unter dem Dache befindlichen zufallen.

Dieses ist insoweit sachgemäß als das Karnies, dessen ursprüngliche Bedeutung die Dachconstruction vorstellt, an unteren Stockwerken übel angebracht ist, wenn schon das Fries daselbst noch eine Bedeutung hat, als Ausdruck für die Werkstücke, welche das Architrav mit dem Gebäude in Verbindung setzen oder welches dasselbe ist als Vorderansicht der Stockwerksbalken. Dasselbe System

---

*) Borgnis, Mecanique usuelle, pag. 336.

**) Daselbst.

***) Rondelet, l'art de batir. Neue Ausgabe, bei der Schlosserarbeit.

****) Man sehe Knapp und Gutensohn, Denkmale der christlichen Religion, Rom, 1822.

gilt für die innere Anwendung der Gesimse, wo Durand in der Regel ebenwohl Karnies und Fries unterdrückt und eine Brüstung mit Kranzleiste über dasselbe setzt, insofern die Säulen ein höheres Stockwerk oder eine Wölbung tragen, in dem erstern Fall ist diese Brüstung der natürliche Ausdruck ihres Vorhandenseins, im andern Fall ist es mehr ein starkes Fries, welches erforderlich ist, um das Architrav, welches durch das Gewölbe belastet ist, zu unterstützen, während das Fries unter einer geraden Decke sinnwidrig erscheint, weil die Decke eben nur durch das Fries dargestellt wird. Die Brüstung mit ihrer Kranzleiste ist nichts anderes als das Fußgestell der Säulenordnung, nur daß Durand daran in den Stockwerken den Sockel unterdrückt, weil derselbe als mit seiner Ausladung auf dem Leeren stehend, dem Gefühl für Gleichgewicht und mechanisch richtige Construction widerspricht.

Ich kann dieses System der Säulenstellungen über einander nur vorzüglich finden; denn einmal hat es eine richtige Tektonik, dann verhindert es, daß die Säulen nicht allzu winzig klein gegen die Stockwerke werden und endlich entfernt es die Ueberladung mit horizontalen Gliederungen, die ebenso häßlich als kostspielig ist.

Durand gibt keine Vorschriften für die Construction der antiken Arcaden, wie sich solche im Colissäum und an den Amphitheatern und Theatern gewöhnlich befinden, wiewohl er sich derselben bei seinen architektonischen Compositionen nicht gänzlich entäußert.

Ich folge darin dem System von Palladio, der alle Theile der römisch-griechischen Säulenordnungen meisterhaft darzustellen wußte. Wahr ist es aber, daß in diesen Arcaden die Säule nur in geringem Grade zweckmäßig angewendet erscheint, indem sie weder Arcade noch Mauer trägt und nur als einige Verstärkung der Mauern betrachtet werden kann, die jedoch bei den Amphitheatern und Theatern an einem zweckmäßigen Punkte stattfindet, indem hinter den Säulen die Stützpunkte der Kreuzgewölbe liegen.

Neunundzwanzigstes Kapitel.

Eigenthümlichkeiten der Säulen der persepolitanischen, byzantinischen, maurischen und Spitzbogengewölbe-Bauart.

An die römisch-griechische Bauart schließt sich die byzantinische in einem ungestörten Cyklus an; allein bevor wir zu den byzantinischen Säulenordnungen übergehen, ist es nothwendig, einen Blick auf die Baukunst des Orients in jener Zeit, wo sich die griechische und römische Bauart im Occident entwickelte und verbreitete, zu werfen. Die Stürme, welche Asien bewegten, mögen Vieles vernichtet haben, das zur Bildung einer vollständigen Reihe der verschiedenen Bauarten Asiens nöthig wäre; allein hin und wieder bricht ein Blitz hervor, der einiges Licht auf die Geschichte der Baukunst des Orients wirft. Dazu gehören die Ruinen, welche sich unter dem Namen derer von Persepolis, Tschilminar oder Istachar an dem Fuße des Berges Rachmed erhalten haben. Man hat diese Ruinen als uralt und in die fabelhaftesten Zeiten der Vorwelt gehörig betrachtet; die Wahrheit ist, daß sie sichtbarlich das Gepräge einer Ver-

einigung von indischer, ägyptischer und griechischer Bauart enthalten und insofern besonders interessant sein möchten, als sie einen Uebergang von der ältern indischen und ägyptischen zu der so sehr viel spätern und verschiedenen arabischen und maurischen Bauart bilden.

Die Verzierungen der Säulen oder ihre Knäufe sind dem ägyptischen und indischen Style ähnlich, und sie haben auch manches, was an griechische Ornamente erinnert, wie sie denn auch den griechischen Säulenordnungen in Absicht auf ihre Verhältnisse ähnlicher sind.

Die byzantinische Bauart beginnt mit der Erbauung der Sophienkirche zu Constantinopel, welche Anthenius von Tralles und Isidorus von Milet in dem sechsten und siebenten Jahrhundert erbaueten. Ihre Bauart dürfte derjenigen der Bäder der römischen Kaiser nahe verwandt sein, und sie kann noch immer römisch-griechisch genannt werden; allein die Vernachläßigung der früheren Proportionsregeln für die Säulenordnungen, die dagegen immer mehr ausgebildete und auch mehr angewendete Kunst des Wölbens und endlich die ganz verschiedenen Bestimmungen der Gebäude, welche einer andern Religion und einem anders gesitteten Volk dienten, brachten einen sehr verschiedenen Character hervor, der nun für den Occident zuerst im vollen Glanz mit der Erbauung der Marcuskirche in Venedig begann, welche im Jahr 828 unter der Regierung von Johann Participazio angefangen wurde. Der Gebrauch der Säulen spielt dabei eine bedeutende Rolle. Fast immer werden dieselben zur Unterstützung von Bogen verwendet, sei es nun, daß sie jene Reihen von Thür- und Fensterbogen welche der byzantinischen Bauart eigenthümlich sind, tragen, oder daß sie an größeren äußeren oder inneren Mauerflächen anstehen, um Architravstücke und Gesimsstücke, welche Bogen und Gewölbbedeckungen tragen, zu unterstützen oder auch die Bogen unmittelbar aufzufassen. Die Verhältnisse nähern sich noch immer den griechischen, besonders denen der korinthischen Säulenordnung, sind aber nichts weniger als consequent, ja zwei neben einander stehende Säulen sind oft ganz verschieden, wie es die Gelegenheit der dazu verwendeten antiken Säulenschafte mit sich bringt. Die Knäufe sind gar verschieden und haben sich die Architekten darin sehr ihrer Phantasie überlassen, bei allen aber ist das Bestreben ausgedrückt, einen zum Tragen geschickten Uebergang von dem Säulenschaft zu der Deckplatte oder dem Abacus des Knaufes zu bilden. Die Basen sind stets die attischen, oft finden sich auf den Ecken der Plinthe vier Blätter, welche einen Uebergang von dem untern Rundstab zu der Plinthe bilden. Die Schafte sind häufig schlanker als die schlankesten korinthischen Säulen, auch nicht immer rund, zuweilen achteckig, auch manchmal in phantastischen Formen gewunden und gedreht; um ihre Dicke, die man, wie es scheint, gern verminderte, nicht auch ihre Tragkraft zu verringern, hat man die härtesten Marmor- und Porphyr-Arten für dieselben gewählt, und wo eine Säule wegen ihrer wenigstens scheinbar allzu geringen Stärke das Auge beleidigt hätte, sind mehrere neben einander gesetzt worden. Die Last, welche von der Säule getragen wird, ist immer weiter ausgeladen, wie der Schaft der Säulen.

Fast gleichzeitig mit der byzantinischen Bauart bildete sich im Orient und in Spanien die arabische Bauart aus. Die Anhänger Mahomeds werden Herren des Orients und dringen im achten Jahrhundert auch in den Occident ein, indem sie sich in Spanien und Sicilien festsetzen. — Das einseitige Studium der römisch-griechischen Bauart hat seither die Bauarten fast aller andern Völker im Dunkel gehalten und so auch von der arabischen Bauart wenig bekannt werden lassen, die doch zu einer Pracht, Größe und Vollendung gediehen ist, welche den Monarchieen und dem Ritterthum nicht geringen Glanz verliehen

haben mag. Der Orient ist reich an den prachtvollsten Gebäuden dieser Art und in Spanien sind deren viele erhalten. Was den Gebrauch der Säulen betrifft, so kommen solche in gar ähnlichen Beziehungen, wie in der byzantinischen Bauart vor, und wir dürfen überhaupt in dieser Zeit nicht mehr eine abgeschlossene, isolirte Ausbildung bei den civilisirten Völkern des Occidents und Orients voraussetzen, vielmehr lernt und entlehnt ein Volk von dem andern und die arabische Bauart trägt sichtbare Spuren der Kenntniß griechischer und byzantinischer Bauart. Die Säulen erinnern beim ersten Blick an die korinthischen und bei näherer Betrachtung auch an die ägyptischen. Sie sind sehr schlank und nach oben ungefähr in gleichem Verhältniß wie die griechischen verjüngt; Knauf und Basis verdanken bei mannigfaltiger Form dieselbe doch immer dem alten System, nämlich dem Fuß einen breitern Aufstand und dem Knauf eine größere Oberfläche zu geben, von dem kleinern Durchmesser des Schaftes aber auf eine dem Auge wohlgefällige Weise zu diesen größeren Flächen überzugehen. Die arabische Säule dient ebenwohl meistentheils Bogen zur Stütze und kommt sehr häufig an Fensterbogen vor. Diese Bogen sind an den maurischen Gebäuden theils rund, aber nicht bloß halbkreisförmig, sondern auch halboval, und diese möchten der ältern arabischen Bauart angehören, wie an dem Palast der alten maurischen Könige zu Granada, theils sind sie spitz. Die Last, welche die Säulen tragen, steht immer sehr weit über und ist in dem Verhältniß zu deren Masse außerordentlich groß; wird solche zu groß, so sind ebenwohl die Säulen verdoppelt.

Auf die byzantinische Bauart folgt im Occident die sogenannte neugothische Bauart, die ihren Namen, wie keinem Zweifel unterworfen ist, einem Irrthum verdankt, da die Gothen nichts mit derselben zu thun haben, man müßte denn ihre späten Nachkommen in Spanien mit ihnen in Beziehung bringen können, denn es ist die wahrscheinlichste Hypothese für Entstehung dieser Bauart, daß sie in Spanien zuerst erschien und eine Tochter der arabischen und byzantinischen Bauart war, wie es aber möglich war, daß sie sich in so großer Schnelle zu einer Vollkommenheit entwickelte, die gar keine Uebergänge läßt, so daß sie sogleich das größte Ansehen im Occident gewann und zu den bedeutendsten Bauten verwendet wurde, das ist für unsere Zeit ein Problem und wird für diejenige Zeit, welche solches gelöset hat, immer noch eine wunderbare Erscheinung bleiben. Gewiß ist es, daß die Architekten, welche sie ausübten, zu einer Schule oder Hütte, wie man es nannte, verbunden waren und sich nach gleichem System richteten. Die Kunst zu wölben wurde in dieser Bauart mit der höchsten Kühnheit ausgebildet und die Unterstützung der Lasten mit dem geringsten Aufwand von Masse hervorgebracht. Dieser Bauart, die durch „Spitzbogengewölbe-Bauart" am richtigsten bezeichnet wird, sind die zu einer Masse oder Gruppe vereinigten Säulen eigenthümlich, deren Entstehung in der beabsichtigten Fortsetzung der Gewölbrippen an den Säulen ihren Ursprung nimmt.

Zu welcher Kühnheit der Ausführung die Constructionen derselben gelangt sind, davon liefert unter andern die Aller-Heiligen-Kirche von Angers, deren Verhältnisse Rondelet angibt, ein auffallendes Beispiel. Man bewundert in dieser Kirche zwei Säulen, die eilf Pariser Zoll Durchmesser bei 24 Fuß Höhe haben und den Druck eines Spitzbogenkreuzgewölbes von 63 Fuß Länge zu $31\frac{1}{2}$ Fuß Breite aushalten. Dieses Gewölbe ist aus kleinen Steinen von fünf Zoll Dicke mit Rippen von Quadersteinen construirt und beträgt dessen Cubikinhalt, soweit er von diesen Säulen getragen wird, 982 Cubikfuß, welche, der Cubikfuß zu 130 fr. Pfund berechnet, ein Gewicht von 127,660 fr. Pfd. haben.

Diese Säulen sind aus drei Stücken eines sehr harten auf den Spalt

gestellten Steines zusammengesetzt, von dem der Cubikfuß 180 Pfund wiegt, und welcher auf einen Quadratzoll Oberfläche 6650 fr. Pfund trägt, bevor er zerdrückt wird; wenn man aber auch nur die Hälfte dieses Gewichtes als die Tragfähigkeit eines Quadratzolles annähme, so würden doch beide Säulen, deren jede 95 Quadratzoll Tragfläche hat, zusammen ein Gewicht von 631,750 Pf., das ist fast fünfmal soviel, wie sie wirklich tragen, aushalten können.

Es ist also hiernach ihre Stärke noch viel größer, wie sie absolut nöthig wäre, wenn sie schon so sehr viel geringer ist, als die geringste Stärke der derivativen Verhältnisse der griechischen Säulenordnungen.

Allerdings kommt bei den Säulen der Kirche zu Angers in Betracht, daß die Last der Theile des Kreuzgewölbes, welche sie tragen, durch die von starken Umfassungsmauern unterstützten übrigen Theile dieses Kreuzgewölbes vollkommen im Gleichgewichte gehalten werden. Wäre dieses nicht der Fall, so würde das von den Säulen getragene Gewicht mit denselben bei der mindesten Schwankung zusammenstürzen.

Die Nachahmung der Spitzbogengewölbe-Bauart in Italien ist wesentlich von der schulgerechten Ausübung derselben in Portugal, Spanien, Frankreich, England und Deutschland verschieden. Man sieht deutlich, die italienischen Architekten wollten dem Geschmack des übrigen Occidentes folgen, ohne in dessen Regeln eingeweiht zu sein. Es gelang ihnen mehr oder weniger, und sie erlaubten sich auch mehr oder weniger Uebergänge in andere Bauarten, oft mit einer Kraft der Phantasie, einem Geschmack und einer Genialität, welches zusammen viele sehr merkwürdige, in jeder Hinsicht für das Studium der Baukunst reichhaltige Gebäude hervorgebracht hat, die den älteren italienischen Städten ein so sehr interessantes, man möchte sagen, dichterisches Ansehen gibt. Was den Gebrauch der Säulen betrifft, so ist derselbe in Absicht auf die Kirchen der in Deutschland, Frankreich, England und Spanien herrschenden Spitzbogengewölbe-Bauart öfters ziemlich gemäß, eben solche Säulengruppen und gleiche Bogenstellungen, doch auch viele andere Säulenzusammensetzungen kommen durch einander vor. Aber noch bunter ist die profane gothisirende Bauart in Italien, schon ihr hauptsächlichstes Vorbild, der Dogenpalast zu Venedig, ist von der phantasiereichsten Erfindung. Die Säulen sind stark, theilweis noch dicker im Verhältniß, wie die griechischen, aber sie erscheinen nicht schwerfällig, weil sie eine ungeheure Masse von Mauerwerk tragen. Die Knäufe sind alle den korinthischen ähnlich, wie denn überhaupt die korinthische Säulenordnung von den Architekten aller spätern Nationen, wenn sie solche einmal kannten, nicht mehr vergessen werden konnte. Die Säulen der oberen Bogenhallen des Dogenpalastes haben ungefähr acht Durchmesser zur Höhe und stehen etwa 3¼ Durchmesser von einander entfernt, die unteren, welche auch das Doppelte tragen, sind viel stärker; sie sind aber jetzt, da der Marcusplatz erhöht worden ist, nicht mehr ganz sichtbar. Nach geschichtlichen Nachrichten und alten Kupferstichen möchten solche aber kaum sechs Durchmesser hoch gewesen sein, während ihre Zwischenweite um und bei fünf Durchmesser beträgt. Sie erhalten ihren festen Zusammenhang mit dem Gebäude durch eiserne Anker, welche die Säulen unter sich und mit dem Gebäude zusammenschließen. Die vielen gleichzeitigen Paläste der Art in Italien haben sehr ähnliche Verhältnisse, späterhin wurden die Verhältnisse aber schlanker; an den spätern venetianischen Privatgebäuden haben die Säulen das korinthische Verhältniß, bis man endlich ein besonderes Bestreben zeigt, die Stärke der Säulen bis auf das Aeußerste zu vermindern und darin mit den Architekten des Orientes zu wetteifern. Ein sehr merkwürdiges Beispiel hievon sind die Bogenhallen bei der Kirche Santa Maria dei servi zu

Bologna. Die Säulen haben Einen Fuß Dicke und 15′ 2″ 3‴ Höhe vom Fußboden bis über den Knauf, die Schafte sind aus zwei Stücken röthlich gemaserten Marmors zusammengesetzt, welche der mittlere Bund trennt, mit welchem sie in Blei vergossen sind. Ihre Basen endigen sich in ganz ungewöhnlich starke Plinthen oder Sockeln, welche 3′ 8″ 9‴ lang und 1′ 8″ breit sind. Die Entfernung zwischen diesen Sockeln unter einander beträgt 13′ 4″ 3‴, die Entfernung der Sockel von den Gebäudemauern, an denen die Bogenhallen angelehnt sind, beträgt 18′ 4″. Die Säulen würden schlechterdings ausweichen müssen, wenn sie nicht durch eiserne Anker unter sich und mit dem Gebäude vereinigt wären. Diese Eisen sind jedoch höchstens 2 Zoll hoch und ½ Zoll dick. Die Ecksäulen des innern Viereckes sind nach vorn bedeutend stärker, hinten nach dem Gebäude zu aber so stark wie die andern.

Wenn wir nun in geschichtlicher Folge von der sogenannten gothischen oder vielmehr Spitzbogengewölbe-Bauart wieder zu der Herstellung der griechischen Baukunst kommen, so finde ich nichts mehr in Absicht auf die Construction der griechisch-römischen Säulenordnung nachzutragen, als die Erwähnung eines der neuern Zeit ausschließlich vor dem Alterthum eigenthümlichen Gebrauches, der in der Fortsetzung der Säulen durch mehrere Stockwerke über einander, nicht in mehreren Ordnungen, sondern in einer einzigen hohen Ordnung besteht. Im griechisch-römischen Alterhum ist, soviel ich weiß, von einer solchen Säulenverwendung kein einziges passendes Beispiel, und in der Natur und Bestimmung der Säule liegt es, daß solche nur Einem Stockwerk entsprechen kann. Es entstehen aus dem Gebrauch einer solchen mehrere Stockwerke hohen Säulenordnung wesentliche Nachtheile, indem die Säulen außer Verhältniß zu den Mauerndicken kommen und es nöthig wird, letztere mehr zu verstärken, wie sonst erforderlich wäre, indem ferner die zu den Säulen gehörigen Gesimse ebenwohl außer Verhältniß zu den Stockwerken kommen, so daß hinter den Gesimsen entweder die Räume übel erleuchtet bleiben oder auf eine allem vernünftigen Sinne in der Baukunst widerstrebende Weise in dem Gesimse, etwa in dem Friese, Fenster angebracht werden müssen, sowie denn auch solche mehrere Stockwerke hohen Säulen mit ihren Gliederungen ganz unverhältnißmäßig zu allen übrigen Gliederungen des Gebäudes werden müssen. Auf der andern Seite ist aber nicht zu läugnen, daß der Gebrauch hoher Säulen einem Gebäude ein sehr imponirendes und grandioses Ansehen gibt, welches das Urtheil so sehr besticht, daß man vergebens dagegen eifern wird. Es möchte daher am besten sein, einen guten Mittelweg hierin zu wählen, und wenn man dem Gebrauch hoher Ordnungen nicht entgehen kann, doch darin den Exceß zu vermeiden und wenigstens niemals Säulenordnungen höher als zwei Stockwerke zu machen, auch alsdann den damit gebildeten Vorhallen einen beträchtlichen Vorsprung zu geben, damit sie zur Unterfahrt benützt werden können und nicht zwecklos erscheinen.

Dreißigstes Kapitel.

Allgemeines System der Säulenverhältnisse.

Indem ich auf das zurückblicke, was ich über die Anwendung der Säulenordnungen in den verschiedenen Bauarten hinsichtlich ihrer Construction gesagt

habe, so will ich nun mit wenigen Worten ein System geben, was ebenso kurz ausgesprochen, als leicht anzuwenden scheint, was aber dennoch nicht ohne ein langes Studium gelingen wird, das mir aber ein Studium von der angenehmsten Art scheint und mich aus einem Labyrinth metaphysischer Spekulationen über Verhältnisse zu einem beruhigenden Resultat geführt hat. Dieses System besteht, wie ich schon oben angedeutet habe, darin, das Auge, das Augenmaaß, den innern Sinn, den Geschmack oder wie man es nennen will, an den Werken der verschiedenen Bauarten, sei es nun an den wirklichen Gebäuden oder an deren Abbildungen zu erziehen und auszubilden, ihre Proportionen dem Gedächtniß einzuprägen, und nun, wenn ein Bauwerk in irgend einer dieser Bauarten erfunden werden soll, die vorzüglichsten Gebäude des Styles im Sinn oder noch besser vor Auge, aus freier Faust und mit offenem Muth die Proportionen zu entwerfen, alsdann aber den Prüfstein der absoluten Verhältnisse d. h. der durch mechanische Gesetze bestimmten anzuhalten, während die derivativen kaum noch zum unmittelbaren Vergleich hinzugenommen zu werden brauchen, da denselben bereits genug geschehen sein muß. Man ändere dabei so wenig als möglich, nur der dauerhaften Construction muß überall Genüge geschehen, und hierin wird es möglich sein, Vorzügliches zu leisten, wenn man dasjenige, was uns die absoluten Verhältnisse gestatten, mit dem vergleicht, was die örtliche Erfahrung bis dahin statuirt hat, und es ist und bleibt ein großes Verdienst des Architekten, hier überall einen gewissen Punkt zu erreichen, bei dem das Gelingen einer dauerhaften Construction noch ungefährdet und doch auch der Vorwurf vermieden ist, daß hinreichend dauerhaftes mit geringerer Masseverwendung möglich gewesen sei. Es gilt dieses alles nicht allein von den Säulenordnungen, sondern auch von den Constructionen aller Art und wird auch das Endresultat der fünften Classe von Beziehungen sein, welche auf die Bestimmung der Mauer-Constructionen über Erde Einfluß haben, die im nachfolgenden Kapitel erläutert sind.

Einunddreißigstes Kapitel.

Belastungen der Mauern durch Balken und Balkenträger, Deckenausfüllungen, Dächer, besonders aber durch Gewölbe.

Rondelet gibt Regeln für Mauerstärken von Gebäuden, die mehrere Stockwerke hoch sind und Gebälke tragen, von denen er versichert, daß sie von einer großen Anzahl von Erfahrungen abgeleitet seien.

In gewöhnlichen Gebäuden, wo die Stockwerkshöhen zwischen den Gebälken nicht mehr als 12 bis 15 Fuß betragen, braucht man nach seinem Systeme, um die Dicke der inneren oder Scheidemauern zu finden, nur den Zwischenraum, den sie umschließen und die Zahl der Fußboden über einander, die sie zu tragen haben, zu berücksichtigen.

Was aber die Außenmauern angeht, die von einer Seite in ihrer ganzen Höhe isolirt sind, so muß man die Tiefe des Gebäudes und seine Höhe in Betracht ziehen. So bedarf ein Wohngebäude von einer Zimmerreihe Tiefe verhältnißmäßig dickere Mauern als ein Wohnhaus mit zwei Reihen Zimmern

in der Tiefe von sonst gleicher Bauart und gleicher Höhe, weil die Standfestigkeit *) der Gebäude im umgekehrten Verhältnisse ihrer Tiefe steht.

Man denke sich ein Wohngebäude, dessen Tiefe 21 Fuß und dessen Höhe bis unter das Dach 36 Fuß ausmacht, man addire zu den 21 Fuß die Hälfte der Höhe, also 18 Fuß und nehme von der Summe, also 39 Fuß, den vierundzwanzigsten Theil als geringste Dicke der Außenmauern über dem Sockel im unteren Stockwerke. Für eine Construction von mittlerer Stärke setze man einen Zoll und für die festeste Construction zwei Zoll zu.

Hat das Gebäude zwei Zimmerreihen in der Tiefe, welche 42 Fuß betragen möge und dabei dieselbe Höhe wie vorbenanntes, so addire man die Hälfte der Höhe und der Breite, also 21 und 18 zusammen und nehme den vierundzwanzigsten Theil der Summe, welches also wieder $19\frac{1}{2}$ Zoll für die Dicke der Außenmauern gibt.

Um die Dicke der Scheidemauern zu bestimmen, addire man zu dem Maaß des Raumes, der durch diese Mauern geschieden werden soll, die Höhe des Stockwerks und nehme den sechsunddreißigsten Theil von der Summe. Es sei z. B. der zu durchscheidende Raum 32 Fuß breit und das Stockwerk 10 Fuß hoch, gibt 42 Fuß, wovon der sechsundvierzigste Theil 14 Zoll sind. Man kann im unteren Stockwerk für jedes höhere Stockwerk diesem Maaß $\frac{1}{2}$ Zoll zusetzen, so würden bei drei höheren Stockwerken im untern Stockwerke sich $15\frac{1}{2}$ Zoll ergeben, ein Verhältniß, das für Constructionen aus Backsteinen und mäßig harten Bruchsteinen paßt.

Auf diese Weise werden die Dicken sowohl der Mittellängescheidemauern (derjenigen inneren Mauern, die mit der Fronte parallel laufen), als auch der Querscheidemauern (die mit der Fronte im Winkel stehen), bestimmt.

Ist man genöthigt, Bausteine von geringer Festigkeit anzuwenden, so soll man für jedes Stockwerk einen ganzen Zoll statt eines halben Zolls zugeben, so daß in obigem Beispiele die Mauer des unteren Stockwerkes statt $15\frac{1}{2}$ Zoll 17 Zoll dick würde.

Im Allgemeinen bemerkt Rondelet, daß die inneren Mauern eines Gebäudes schwach sein können, wenn die Außenmauern stark genug sind, daß diese aber stark sein müßten, weil bei einem möglichen Ausweichen derselben aus dem Lothe sie in einen viel schwächeren Zustand kommen, indem sie zu Grund gehen müßten, wenn sie nicht einen hinlänglich breiten Aufstand haben. Er berechnet, daß nach seiner Regel die Mauern sechs- bis siebenmal stärker werden, wie sie auch bei den wenigst festen Bausteinen nach deren Dichtfestigkeit**) zu sein brauchten, indem es nicht allein auf diese, sondern auch die Standfestigkeit der Mauern ankomme.

Da, wo man statt massiver Mauern Fachwerkswände verwende, sei es genügend, denselben die Hälfte der Dicke zu geben, welche die Mauern nach der Regel an dem Platze haben müßten, vorausgesetzt, daß die Wände Decken zu tragen hätten; leichten Scheidewänden, die nichts zu tragen hätten, könne man nur $\frac{1}{4}$ der regelrechten Mauerdicken geben.

Bei freistehenden Stützen müsse man stets die Einrichtung so machen, daß sie durch ihre Umgebungen im Lothe erhalten würden, die Breite ihrer Basis könne den zwölften bis den achten Theil ihrer Höhe betragen.

---

*) Ich erlaube mir dieses neue Wort für das französische stabilité, da man kein besser bezeichnendes hat.

**) Rückwirkende Festigkeit.

Das Verdienst der Rondelet'schen Regel besteht hauptsächlich darin, daß sie mit den Verhältnissen guter ausgeführter Gebäude übereinstimmt, wie er dieses in einigen Beispielen nachweist und besonders von den Gebäuden Palladio's, die sehr vorzüglich construirt sind, behauptet. Allerdings würden Verhältnisse, die nur eben der Dichtfestigkeit der Materialien entsprächen und außerordentliche zufällige Einwirkungen auf die Mauern unberücksichtigt ließen, nicht genügen. Man bedenke z. B., daß in einem Zimmer, welches 40 Fuß Länge bei 20 Fuß Tiefe hätte, möglicher Weise 200 Personen und mehr zusammenkommen können, deren Gewicht zu 300 Centnern angenommen werden kann, daß sich dieses Gewicht bewegt, ja möglicher Weise percussirend (stoßweis) bewegt, so ist dieses eine die Festigkeit der Mauern sehr bedeutend in Anspruch nehmende Einwirkung.

Rondelet führt auch eine Reihe von besonders bekannten und merkwürdigen Gebäuden an, von denen er die Grundfläche im Ganzen mit der Grundfläche ihrer Mauern und überhaupt ihrer Stützpunkte vergleicht, z. B. die (seitdem abgebrannte, aber wieder erbauete) St. Paulskirche vor den Mauern von Rom, welche eine Grundfläche von 9899 Metern einnahm, von denen 1176 Meter Grundflächen der Stützpunkte sind, welches ungefähr $^2/_{17}$ der ganzen Grundfläche ausmacht oder $^2/_{15}$ des inneren Raumes. Man unterschied drei Abtheilungen in der Anordnung dieses Gebäudes.

In der ersten, welche die Vorhalle begriff, nahmen die Mauern und Stützpunkte den achten Theil des ganzen Raumes oder den siebenten Theil des innern freien Raumes ein.

In der zweiten Abtheilung, welche das große Kirchenschiff und die doppelten Seitenschiffe, welche durch vier Reihen Säulen gebildet werden, enthielt, nahmen Mauern und Stützpunkte den zehnten Theil des ganzen Raumes ein und den neunten Theil des innern freien Raumes.

In der dritten Abtheilung, die aus dem Chor, dem großen Halbrund und den beiden Seitenkapellen besteht, sind die Mauern und Stützpunkte der fünfte Theil des ganzen Raumes und der vierte Theil des freien innern Raumes.

Während nun die Paulskirche eine sehr leichte und kühne Construction war, was bei den so schwerfällig scheinenden dorischen Tempeln in Pästum und Agrigent oder bei den ägyptischen Tempeln Niemand behaupten wird, so ist es doch auffallend, daß das Verhältniß der Grundflächen der Gebäude im Ganzen zu den Grundflächen der Stützpunkte nicht so sehr verschieden ist, indem nach Rondelet's Berechnung die letzteren bei den Tempeln zu Pästum und Agrigent $^1/_6$ und bei einem ägyptischen Tempel $^2/_9$ der ersteren betragen.

Eben dieses Beispiel zeigt übrigens einleuchtend, daß dergleichen Größenverhältnisse nicht eigentlich zur Auffindung der Bestimmung der Mauerstärken neuer in der Anordnung verschiedenen Gebäude dienen können, indem aus den bereits gegebenen Regeln sattsam hervorgeht, daß nicht bloß die Größen der Räume, welche umschlossen werden, Einfluß auf die Stärke der sie umschließenden Mauern haben; indessen sind dergleichen Vergleichungen in Beziehung auf ähnliche Gebäude, die nach gleichem System construirt sind, interessant und ich entlehne daher von Rondelet die nachfolgende Tabelle, der ich einige Bemerkungen über die Constructionsart der Gebäude beifüge.

Tabelle

über das Verhältniß der Mauern und Stützpunkte verschiedener Gebäude zu der ganzen Grundfläche, welche sie einnehmen.

Namen der Gebäude.	Ganze Grundfläche in Metern.	Grundfläche d. Stützpunkte in Metern.	Verhältniß in Tausendtheilen ausgedrückt.	Bemerkungen über die Construction der Gebäude.
Der Dom der Invaliden zu Paris	2695,4	724,0	0,268	Ist von Quadersteinen erbaut.
Die Peterskirche zu Rom .	21103,1	5511,9	0,261	Die Mauern und Stützpunkte sind auswendig von Travertinquadern und inwendig von Peperin und Backsteinen mit Ausfüllungen von Mörtel und Steinbrocken erbaut.
Das Pantheon zu Rom .	3182,0	739,2	0,232	Größtentheils von Backsteinen, Tuffsteinen und Ausfüllungen erbaut.
Der Tempel der Minerva medica oder das Galluzzo zu Rom, welches im Jahr 1829 einstürzte	855,6	225 1/6	0,226	Aus Backsteinen, Tuffsteinen und Ausfüllungen erbaut.
Bramante's Project für die Peterskirche	19843,0	4354,8	0,219	Gleiche Materialien wie die Ausführung.
Die Sophienkirche in Constantinopel	9591,1	2097,3	0,217	Wahrscheinlich von Backsteinen erbaut.
Die Kirche Santa Maria dei Fiori zu Florenz . . .	7881,2	1582,7	0,201	Deßgleichen.
Tempel der Concordia zu Agrigent in Sicilien . .	636,6	123,6	0,194	Aus Quadern.
Mittleres Hauptgebäude der Bäder des Caracalla . .	25604,4	4499,2	0,176	Baumaterialien wie am Pantheon.
Der große Tempel zu Pästum	1426,9	375 1/2	0,172	Aus Quadern.
Die Paulskirche zu London.	7809,0	1330,0	0,170	
Mittleres Hauptgebäude der Bäder des Diocletian .	32680,0	5464,4	0,167	Aus Backsteinen und Tuffsteinen mit Ausfüllungen.
Der Tempel der Juno Lucina zu Agrigent . . .	634,0	103,2	0,163	Aus Quadern.
Der Dom zu Mailand . .	11696,4	1985,6	0,161	Ganz aus weißem Marmor vom Lago maggiore erbaut.
Die Kirche von Sanct Vitalis zu Ravenna . . .	676,2	106,1	0,157	Das Gewölbe von Röhren aus gebranntem Thon, die Ausfüllung zwischen Wölbung und Mauern mit irdenen Töpfen, das Uebrige nach Errnierung aus Backsteinen und Ausfüllung.
Die Kirche San Pietro in vincoli zu Rom. . . .	2000,0	311,6	0,155	
Das französische Pantheon .	5593,6	861,4	0,154	Aus Quadern erbaut.

Namen der Gebäude.	Ganze Grundfläche in Metern.	Grundfläche d. Stützpunkte in Metern.	Verhältniß in Tausendtheilen ausgedrückt.	Bemerkungen über die Construction der Gebäude.
Die Kirche von Sanct Sulpitius in Paris . . .	5646,8	848,2	0,151	
Die Kirche von Sanct Dominicus zu Palermo . .	3173,2	463,6	0,146	
Die Kirche Notre Dame zu Paris	6258,6	816,4	0,140	Aus Quadern construirt.
Die Kirche von Sanct Joseph zu Palermo . . .	2420,6	335,6	0,139	
Die Kirche von Sanct Philipp von Neri zu Neapel.	2121,4	273,6	0,129	
Der Friedenstempel zu Rom.	6238,2	796,7	0,125	Backsteine und Tuffsteine.
Die Kornhalle zu Paris ohne den innern Hof . . .	2466,2	307,8	0,125	Aus Quadern, die Kuppel über dem Hof jetzt von Eisen.
Die abgebrannte Paulskirche außerhalb Rom . . .	9899,0	1176,1	0,112	Größtentheils aus Backsteinen.
Die Kirche von Sancta Saba zu Rom	1407,0	143,4	0,100	
Die Kornhalle zu Paris, wenn der innere Hof überwölbt wäre	3660,4	307,8	0,084	Aus Quadern.
Die Kirche von San Steffano rotondo zu Rom . . .	3413,3	190,6	0,056	Backsteine.

Dieses sind größtentheils Verhältnisse von Kirchen und Tempeln; von Gebäuden zu mehreren Stockwerken gibt Rondelet noch folgende Verhältnisse an.

In den Palästen von Rom, worin die Räume der unteren Stockwerke gewöhnlich überwölbt sind, beträgt die Grundfläche der Mauern und Stützpunkte, nach Abzug der Thüren und Fenster im Vergleich zur ganzen Grundfläche der Gebäude ungefähr $^2/_9$ oder 0,222

In den Palästen von Paris ist dieses Verhältniß $^7/_{18}$ oder 0,388

In den überwölbten Gebäuden der Villa Hadriana zwischen $^1/_7$ u. $^1/_8$ oder 0,155

Für die nicht überwölbten daselbst zwischen $^1/_8$ oder $^1/_9$ oder . . . 0,118

In den gegen das Ende der Regierung von Ludwig dem Vierzehnten und zu Anfang von Ludwig dem Fünfzehnten aufgeführten Gebäuden ist dieses Verhältniß ungefähr $^1/_6$ oder 0,166

In denen seit der Regierung Ludwig des Fünfzehnten bis Anfang dieses Jahrhunderts erbauten $^1/_8$ oder 0,122

Endlich bei Backsteinconstructionen $^2/_{17}$ oder 0,117

Vierter Abschnitt.

System der Gewölbeconstructionen.

Zweiunddreißigstes Kapitel.

Allgemeine Grundsätze des Gewölbebaues.

Eine der wichtigsten Berücksichtigungen, welche bei der Bestimmung der Mauerconstructionen über Erde zu nehmen ist, besteht in der Belastung derselben mit Gewölben aller Art. Die Systeme für die Berechnung des Druckes derselben sind mannigfaltige; dennoch kann man nicht der Meinung sein, daß die Aufgabe derselben vollkommen gelöset sei oder in der Art jemals gelöset werden könne. Allen liegt die Idee zum Grund, daß ein Gewölbe von vollkommen regelmäßiger Form auch einen vollkommen regelmäßigen Druck ausübe, und das ist irrig. Wenn die Gewölbsteine durch einen guten Mörtel zusammengesetzt sind, so erhärtet derselbe mit den Steinen und der Widerlage zu einer Masse, bei der es vollkommen möglich ist, daß die Widerlagen weit schwächer seien, wie das Gewölbe selbst. Es kommt also nur darauf an, den Widerlagsmauern so lange die Last des Gewölbes abzunehmen, bis der Mörtel hinreichend erhärtet ist, um große Gewölbe über geringen Widerlagen construiren zu können. Hierin liegt das Geheimniß der Construction der sogenannten gothischen und Espie'schen flachen Gewölbe. Diese letzteren werden erst erbaut, nachdem die Widerlagsmauern und die Dachbedeckung ein ganzes Jahr lang fertig waren, und mit Gips gemauert, der schnell mit den Steinen zu einer Masse erhärtet; ein Material, welches man, wie ich Ursache habe zu glauben, nicht nur ebenwohl zu den Spitzbogengewölben verwendet hat, sondern auch auf eine Weise das ganze Gewölbe zusammensetzte, die uns jetzt, wo wir mit dergleichen Constructionen vertraut geworden sind, nicht mehr sehr auffallen kann, die aber ursprünglich außerordentlich sinnreich ist. Ihr System besteht darin, daß man in dem Gebäude die zu dessen Zerstörung wirkenden Kräfte einander entgegensetzt, um sie dadurch sich gegenseitig bekämpfen und aufheben zu lassen, oder denselben vielmehr eine solche Richtung zu geben, die sie für das Gebäude unschädlich macht. Was nun hiernach von nachtheiligen Einwirkungen übrig bleibt, suchte man auf einzelne Punkte zu richten, diese Punkte aber alsd-

so sehr zu verstärken, daß sie als Hauptpunkte zur größten Festigkeit mehr als hinreichend sind und dennoch sehr viel an Masse erspart wird, weil eben nur an diesen einzelnen Punkten Anhäufung von Masse nöthig ist, während alle übrigen Theile des Gebäudes dadurch von Last befreit, leichter werden können *).

So beruhte denn hier die größte Stärke eben in den auf das sorgfältigste construirten Gewölberippen und Strebepfeilern, welche aus Quadersteinen zusammengesetzt und mit Mörtel, Klammern und Dübeln zu einer Masse vereinigt sind, während die eigentliche Gewölbdecke nicht mehr als eine aus einzelnen Steinen bestehende Construction betrachtet werden kann, sondern als einzelne zwischen den Gewölbrippen ruhende aus einem Guß ohne Fugen bestehende Stücke.

Wenn es daher möglich wäre, die Vereinigung der Gewölbemassen zu einem Ganzen vollkommen zu bewirken, so würde es eben einen geringen Unterschied für die Bestimmung der Stärke der Mauerconstructionen unter dem Gewölbe machen, ob die Decke gewölbt oder aus einem Balkenlager gebildet wäre, um so mehr als die für den letzteren Fall angegebenen Regeln immer noch eine weit größere Stärke gaben als nöthig war, um die gegebene Last zu tragen, indem es nicht allein auf den gehörigen Widerstand der Mauer gegen dieselbe, sondern auch auf einen hinreichend breiten Aufstand der Mauer ankam. Allein es tritt hier ein Fall ein, der einer großen Berücksichtigung bedarf; wenn nämlich bei den Gewölbwiderlagen eine Veränderung vorgeht, so kann daraus eine weit nachtheiligere Folge entstehen, als wenn dieselben Balkendecken tragen. Sobald dergleichen Veränderungen eine Trennung des innern Verbandes der Gewölbe hervorbringen, oder sobald unmittelbare nachtheilige Einwirkungen auf das Gewölbe z. B. Belastungen solche veranlassen, so wird dieses Gewölbe der Dauer des Gebäudes höchst gefährlich werden, und es ist deßhalb nöthig, alle diejenigen Gefahren zu kennen, welche in dieser Hinsicht stattfinden können, um auf den schlimmsten Fall, der denkbar ist, zu rücksichtigen und hierbei lieber allzu vorsichtig zu sein, als zu wagen, denn der Architekt weiß wohl, für welchen Endzweck er ein Gebäude errichtet, allein es ist ihm nicht bekannt, zu welchen Bestimmungen dasselbe in Zukunft durch Personen, die keine architektonische Sachverständige sind, bestimmt werden möge, und es ist wohl möglich, daß der Saal, welcher zu dem einsiedlerischen Aufenthaltsort eines Gelehrten oder Künstlers erbaut wird, und dessen Wände nur eine Gemälde- oder Kupferstichsammlung tragen sollen, künftig einmal der Tanzsaal einer ausgelassenen bachantischen Gesellschaft werde, deren Zahl durch nichts als den Fassungsraum der Mauern beschränkt ist.

Man unterscheidet überhaupt folgende Arten von Gewölben:

1. Tonnengewölbe, unter welchen man im allgemeinsten Sinn des Wortes solche Wölbungen versteht, deren Querdurchschnittsfläche überall, von einer Stirne des Gewölbes bis zur andern, gleich sind. Dieselben können aus Halbkreisen construirt sein, in welchem Fall der innere Raum des Gewölbes einem halben Cylinder gleich ist, oder aus Kreisabschnitten, oder aus sogenannten gedrückten Bogen, die aus drei oder mehreren Punkten beschrieben sind, oder Kettenlinien bilden, oder auch aus Spitzbogen, welche letztere Classe jedoch gewöhnlich nicht zu den Tonnengewölben gerechnet, sondern Eselrückengewölbe genannt wird, oder endlich aus Bogen, welche mehr als die Hälfte eines Kreises betragen, wie die maurischen Bogen.

---

*) Man sehe die meiner Uebersetzung von Murphy's Grundregeln der gothischen Bauart beigefügten Anmerkungen unter dem Artikel: „Allgemeine Verhältnisse der gothischen Kirchen.“

2. Kreuzgewölbe, die aus zwei sich kreuzweise durchschneidenden Tonnengewölben bestehen, und aus den genannten verschiedenen Bogenarten zusammgesetzt sein können, man unterscheidet Kreuzgewölbe, die ein Quadrat überdecken und solche, deren Grundriß ein Rechteck ist.

3. Klostergewölbe sind ebenwohl sich kreuzende Tonnengewölbe, die nur in entgegengesetzter Richtung zusammengestellt sind, so daß sie horizontale Widerlagen bilden, während die Kreuzgewölbe nur bogenförmige Widerlagen an den Stirnmauern haben, sie können quadratische und auch rechteckige Grundflächen überdecken.

4. Cuppelgewölbe, welche runde Grundflächen in Form von Halbkugeln oder Elipsoiden überdecken. Aus den letzteren bilden sich die sogenannten böhmischen Gewölbe, es sind dieses elipsoidische Cuppeln über einem rechteckigen Grundriß, indem die Cuppeln nach diesem rechteckigen Plane abgestirnt sind; die Espieschen Gewölbe gehören zu dieser Cathegorie, nur daß ihre Bogenlinie keine Elipse, vielmehr eine Kettenlinie ist, so daß ein solches Gewölbe der umgekehrten Form eines an den vier Zipfeln in den vier Ecken eines Parallelogrammes angehefteten nassen Tuches gleicht.

Diese vier Arten können nun mannigfaltig modifizirt werden. Tonnengewölbe, Kloster- und Cuppelgewölbe können in ihren Scheiteln regelmäßige horizontale Flächen haben, und heißen alsdann Spiegelgewölbe, dieselben Arten können in ihren Anfangslinien an den Widerlagern durch eingesetzte kleinere Wölbungen, die man Kappen nennt, unterbrochen sein, die Kreuzgewölbe können auch aus mehr, als zwei sich durchschneidenden Tonnengewölben bestehen, wovon die Spitzbogengewölbe-Bauart des Mittelalters viele schöne Beispiele liefert.

Endlich können die Axen der Gewölbe horizontal oder steigend, gerade oder krumm sein.

Dreiunddreißigstes Kapitel.

Nachtheile, die für Gewölbeconstructionen durch einen unrichtigen Fugenschnitt entstehen.

Die Regel des Fugenschnittes des Gewölbes ist allgemein für alle Bogen, daß derselbe mit dem Bogentheil, den er berührt, einen rechten Winkel bilden muß. Die Abweichung von dieser Regel ist ein Fehler, der vermieden werden kann und in allen Fällen vermieden werden soll, der also außer Berechnung bleibt, indem es sich nicht würde entschuldigen lassen, wenn man irgend einen Kostenaufwand machen wollte, um einen Fehler statuiren zu können, wie denn auch ein fehlerhafter Fugenschnitt den Einsturz des Gewölbes hervorbringen kann, und in den meisten Fällen auch hervorbringen muß. Dieser Fehler wird übrigens minder gefährlich, sobald man annehmen kann, daß der Mörtel mit den Gewölbsteinen zu einer dichten Masse erhärtet sei, welches jedoch nach Beschaffenheit des Mörtel früher oder später und nie augenblicklich zu Anfang der Construction stattfindet, für welche Zeit nun die im folgenden Kapitel erörterte, bei der Gewölbconstruction zu nehmende Rück-sicht eintritt. Dazu kommt, daß doch, da man immer annehmen muß, d

tel breche eher als die Steine des Gewölbes, durch den Fugenschnitt die Bruchlinie im Gewölbe bestimmt wird, und diese immer schwieriger sein wird, wenn der Fugenschnitt einen rechten Winkel mit der Bogenlinie macht, als wenn man ihn steiler machte, während in dem Falle, daß man ihn flacher hielte, die Gewölbsteine spitzwinklichte Zuschärfungen erhalten, die leicht abbrechen können.

Vierunddreißigstes Kapitel.

Der Druck der Gewölbe gegen die Widerlagsmauern so lange der Mörtel in den Fugen noch nicht erhärtet ist.

Es fragt sich zuerst, ob die Gewölbe, während dieselben noch mit Lehrbogen und Gerüsten unterbauet sind und der Mörtel nicht erhärtet ist, einen schädlichen Druck auf die Widerlagsmauern ausüben, und dieses läßt sich unbedingt bejahen, denn wenn man jeder Art von Gewölbe in diesem Falle die Widerlagen entzöge, so würde der Gewölbbogen auf dem Lehrbogen auseinander fallen. Es kommt nun darauf an, ob es thunlich sei, die Lehrbogen dem Gewölbe so lange zu lassen, bis der Mörtel vollkommen erhärtet sei, welches sich für den Gypsmörtel stets bejahen läßt, da derselbe sofort nach seiner Verwendung erhärtet, für den Kalkmörtel aber in allen wahrscheinlichen Fällen zu verneinen sein müßte. Rondelet nimmt zwar an, daß der Kalkmörtel in sieben Monaten erhärte, allein wir können dabei keine dem Zusammenhang der gewöhnlichen Steine und Backsteine entsprechende Cohäsion voraussetzen, die der Kalkmörtel erst nach einigen Jahren erlangt.

Endlich ist es nöthig, auf das Cohäsionsvermögen und die Festigkeit des Materiales, woraus ein Gewölbe erbaut wird, also der Steine, des Gypsmörtels und Kalkmörtels Rücksicht zu nehmen.

Für den ersten Punkt käme also zunächst in Betracht, in wie weit ein Gewölbe, das mit Gypsmörtel gemauert würde, während seiner Construction und während der Zeit, daß sich die Lehrbogen unter demselben befinden, einen nachtheiligen Druck auf die Widerlagen ausüben kann.

Ich will dieses zugleich bei den verschiedenen Bogenarten, nämlich dem halbkreisförmigen, T. II. F. 79 u. 80, dem nach einem Kreisabschnitt construirten, dem sogenannten gedrückten, aus drei Puncten beschriebenen Bogen, und bei dem Spitzbogen untersuchen.

Es ist einleuchtend, daß die Summe der Kräfte des Druckes eines Gewölbes ganz erschöpfend durch sein Gewicht ausgedrückt werde, und ebenso bei jedem einzelnen Gewölbsteine. Nur die Vertheilung dieses Druckes und die Richtung des Druckes ist zu suchen.

Wir können die Schwere oder die Summe der Druckkräfte eines jeden Gewölbsteines durch eine aus dem Schwerpunkt desselben gefällte verticale Linie vorstellen und wird diese Linie, in sofern die Bogensteine gleich breit eingetheilt sind, und solche eine Bogenlinie bilden, welche mit gleichen Halbmessern construirt ist, bei allen Steinen gleich lang sein, dieses würde also bei der ersten Figur der Fall sein, auch bei der zweiten, insofern der unterste Schlußstein nicht

horizontal aufliegt, sondern schräg gegen die Widerlage geneigt ist. Bei der dritten Figur sind aber bei ungleicher Oberfläche und also auch Schwere der Gewölbsteine diese verticalen Linien nicht ganz gleich. Der Druck dieser Linien gegen die Lehrbogen ist nur bei dem Schlußstein vollkommen rechtwinklicht und wird also bei demselben vollkommen durch den Lehrbogen getragen. Dagegen wirkt der Druck in dem zunächst auf den Widerlagen ruhenden Stein senkrecht auf dieselben, und wird also durch solche absorbirt, aber nicht so in den mittlern Steinen. Hier zerlegt sich die senkrecht wirkende Schwere nach dem Parallelogramm der Kräfte in zwei Theile, der eine Theil wird von den Lehrbogen ausgehalten, der andere Theil drückt gegen die Fuge des zunächst darunter befindlichen Steines. Die Richtung, in welcher eine Kraft mit der größten Stärke auf einen Körper wirkt, ist die mit der Anfallsfläche desselben rechtwinklichte: es wird also das maximum des gegen die Lehrbogen drückenden Gewichtes durch die mit demselben einen rechten Winkel bildenden Linien 2 M l, 2 N h, 2 O e, und S r ausgedrückt, während die mit den nächst untern Fugenschnitten rechtwinklichten Linien, 2 J q, 2 M k, 2 N f und 2 O d, den Seitendruck der Gewölbe bezeichnen. An den gegen die Lehrbogen gerichteten Druckkräften ist nach Verhältniß der Neigung des Gewölbsteines gegen den Horizont die Friction in Abrechnung zu bringen, an den gegen die Schnittfugen rechtwinklicht wirkenden Kräften findet aber keine Verminderung durch Friction statt, im Gegentheil vermehrt sich dieselbe in Beziehung auf das Bestreben derselben, die Widerlagen um den Stützpunkt T zu wenden durch ihre Hebelarme, welche wir uns von den Schwerpunkten der Gewölbsteine nach dem Punkt T gezogen denken müssen. Um aber die Momente aus diesen Hebelarmen und den daranwirkenden Kräften finden zu können, ist es nothwendig, zu bemerken, daß sämmtliche Kräfte in schiefen Winkeln an diesen Hebelarmen wirken, und daß, indem diese Richtungen bei jedem nächst untern Gewölbsteine sich der verticalen Richtung mehr nähern, der Punkt erreicht wird, von wo an die Kraft nicht nur in der Richtung des Hebelarmes wirkt, und also aufhört, denselben zu drehen, sondern auch selbst in entgegengesetzter Wirkung drehen, also dem Seitendruck entgegenstreben kann. Indem wir nun für die nach außen drückenden Kräfte die zugehörigen rechtwinklichten Hebelarme trigonometrisch berechnen, oder geometrisch ausmessen und die Momente der auswärts wirkenden Kräfte positiv, die der nach innen treibenden aber negativ setzen, so bekommen wir durch Abzug der negativen Kräfte, die Summe der übrig bleibenden, nach auswärts treibenden Kräfte. Diese aber dem Gewicht der Widerlagen, multiplicirt mit seinen Hebelarmen, entgegenstellend, ist es möglich, die nöthige Stärke der Letzteren zu finden. Es ist hierbei vorausgesetzt, die Widerlagen seien compacte Massen, also entweder aus einem Steine, oder aus einer unzertrennlichen Verbindung von mehreren Steinen bestehend.

Aus dieser Darstellung leiten sich denn folgende durch die Erfahrung bestätigte Sätze ab:

1. Der Schlußstein übt, so lange er noch auf dem Lehrbogen ruhet, keinen Seitendruck auf die Widerlagen aus, denn wenn man die ihm zunächst stehenden Bogensteine wegnähme, so würde der Schlußstein im Gleichgewichte auf dem Lehrbogen stehen bleiben. Daher ist auch der von Rondelet angegebene Erfahrungssatz, daß sich bei vermehrter Breite des Schlußsteines der Seitendruck des Gewölbes vermindert, und am nachtheiligsten eine Fuge im Scheitelpunkt des Bogen sei, so lange die Gewölbsteine auf den Lehrbogen stehen, mit der Theorie vollkommen übereinstimmend. Denken wir uns den Schlußstein so groß

als möglich, nämlich, daß das ganze Gewölbe aus einem Steinstück gehauen sei, so wird aller Seitendruck aufhören.

2. Die abnehmenden und zunehmenden Verhältnisse der Seiten der Kräfte-Parallelogramme der einzelnen Gewölbsteine zeigen, daß auf der Stelle des Gewölbbogen, wo der Fugenschnitt mit dem Horizont einen Winkel von 45 Graden bildet, die Linie, welche den Seitendruck vorstellt, ebenso lang ist, wie diejenige, welche den Druck gegen den Lehrbogen darstellt, wir können jedoch nicht annehmen, daß diese beiden Kräfte gleich wären, da diejenige des Seitendruckes durch den Hebelarm vermehrt und diejenige des Druckes nach Innen durch die Friction vermindert wird. An dieser Stelle befindet sich derjenige Punkt, dessen Auffindung nach dem Rondelet'schen System zur Berechnung des Cohäsionsvermögens des Gewölbes nöthig ist.

3. Es ist eine bekannte Sache, daß der kritische Augenblick für das Gelingen oder Mißlingen einer Gewölbeconstruction derjenige sei, wo derselben der Lehrbogen entzogen wird, welches seine Erklärung darin findet, daß, da bis dahin der Schlußstein des Gewölbes keinen Seitendruck auf dasselbe ausübte, ein vollkommner Schluß desselben erst alsdann eintreten kann, wenn der Lehrbogen hinweggenommen wird, wo denn das Gewicht des Schlußsteines auf die nächsten Bogensteine keilförmig wirkt. Ebenso wirken nun nach Hinwegnahme der Lehrbogen die Kräfte 2 M l, 2 N h und 2 O e in etwas anderer Richtung, nämlich nicht mehr parallel mit dem von dem Schwerpunkt nach dem Centrum des Bogen laufenden Halbmesser oder Secante, vielmehr parallel mit der Schnittfuge des nächst untern Steines; hierdurch ändert sich das Parallelogramm der Kräfte etwas und ergibt sich, daß die Linien, die den Seitendruck anzeigen, etwas länger, der Seitendruck der Gewölbsteine also etwas größer werde. Durch diese plötzliche Veränderung kann eine Senkung der untern Gewölbtheile, ein unregelmäßiges Zusammenrücken des Gewölbes entstehen, welches demselben gefährlich werden muß, und selbst den Einsturz bringen kann. Es läßt sich hieraus die praktische Regel ziehen, wie es sehr nothwendig ist, daß der Schlußstein des Gewölbes sehr genau passe und vor der Hinwegnahme der Lehrbogen hinreichend angetrieben werde, wobei jedoch eine große Vorsicht dahin zu wenden ist, daß dieses Einsetzen des Schlußsteines nur mit einer vertical auf seinen Scheitel oder vielmehr auf seinen Schwerpunkt wirkenden Gewalt geschehe.

4. Muß dieses System zugleich die große Nützlichkeit der Methode den untern, sich selbst tragenden Theil der Wölbungen mit den Widerlagen zugleich zu construiren und solche sich erst setzen zu lassen, bevor man den obern Theil der Wölbungen anfängt, beweisen. Auf diese Weise werden die Widerlagsmauern, bevor sie dem Druck des obern Theiles der Wölbungen ausgesetzt werden, durch das vertical wirkende Gewicht der oberen Theile der Mauern verstärkt und die untern Bogensteine werden durch Erhärtung des Mörtels in ihren Fugen zu einer einzigen concreten Masse, vor allen aber ist das den vollendeten Gewölben so äußerst nachtheilige Zusammensetzen der Widerlagsmauern nicht mehr zu fürchten.

5. Wir können uns die in den einzelnen Gewölbsteinen wirkenden Kräfte in den nächst zusammenstehenden Steinen vereinigt vorstellen, wo sich denn ergibt, daß z. B. der gesammte Seitendruck der Gewölbsteine O und N eine zwischen den Richtungen N z und N f liegende Direction annehmen und also nicht mehr gegen den Schwerpunkt des nächst tiefer liegenden Gewölbsteins geneigt sein werde, bei welcher Richtung gegen seinen Schwerpunkt dieser Stein dennoch die Einwirkung der oberen Kräfte vollkommen auffassen und deren Ausweichung

leichter verhindern würde. Wir können dieses aber verbessern, wenn wir den Stein M so viel erhöhen, oder vielmehr von dem Lehrbogen abgerechnet, so weit verbreitern, bis dessen Schwerpunkt in die Directionslinie des vereinigten Seitendruckes der beiden Steine O und N fällt, und so weiter nach wachsendem Verhältnisse auch den Stein J verstärken. Hiermit stellt sich der Vortheil davon dar, daß die Gewölbsteine nach unten hin breiter werden, sowie daraus auch der Nutzen der Ausmauerung der Räume zwischen den Wölbungen und den in der Höhe fortgesetzten Widerlagsmauern erhellt. —

6. Diese Darstellungen dienen nun auch dazu, um zu ersehen, welche Arten von Bogen den stärksten Druck gegen die Widerlagen ausüben.

Fünfunddreißigstes Kapitel.

Vergleich der Widerlagestärken für die verschiedenen Gewölbearten.

Rondelet hat für Gewölbbogen verschiedener Form, welche höher als ihr halber Durchmesser sind, eine Vergleichung des Druckes angestellt und die Resultate in folgender Tabelle zusammengestellt, bei welcher Modelle vom Stein von Conflans benutzt wurden, welche 108 Linien Durchmesser und 81 Linien Höhe der Lehrbogen hatten und dabei eine gleichförmige Gewölbdicke von 9 Linien hielten, während die Widerlagen 120 Linien hoch waren; hierbei ergab sich die Widerlagsdicke:

	nach der Berechnung zufolge des Systems von Rondelet: Linien.	nach der Erfahrung: Linien.
Bei einem Spitzbogen	12,46	14
„ „ Bogen nach der Kettenlinie . .	14,64	15
„ „ „ nach der Cycloide . . .	14,66	15
„ „ „ nach der Parabel . . .	15,85	16½
„ „ „ nach der Ellipse	16,77	17
„ „ „ nach der Cassinoide . . .	19,62	21

Wonach also die Architekten der Spitzbogengewölbe-Bauart die beste Linie gewählt haben.

Im allgemeinen bedarf es keines weitläuftigen Beweises, daß ein Gewölbe unter sonst gleichen Verhältnissen in einer minder schädlichen Richtung gegen die Widerlagen wirke, wenn es steil ist, als wenn es flach ist, schon die Anschauung der beim vierunddreißigsten Kapitel abgebildeten Figuren, gibt davon die Ueberzeugung, indem alsdann auch die gegen die Widerlagen gerichteten Druckkräfte der einzelnen Gewölbsteine eine steilere Richtung haben; aber es ist nicht zu übersehen, daß wenn die Richtung dieser Kräfte steiler und deßhalb weniger nachtheilig wird, die Kräfte selbst sich doch vermehren, indem die Linien, welche die Wirkungen gegen die Widerlagen ausdrücken, länger werden.

Künstliche Bogenlinien, wie die Kettenlinie, die Ellipse und andere wirken gegen die Widerlagen steiler also in weniger schädlicher Richtung, wie Kreissegmente von gleicher Höhe und gleicher Spannung, weil sich die untern Steine der ersteren gleich steiler erheben.

Es ist hiernach bei der Wahl zwischen mehreren Bogen ohne große W

läuftigkeit thunlich, sich deren verschiedene Einwirkung sowohl durch geometrische Aufzeichnung vor Augen zu stellen als solche trigonometrisch zu berechnen. Beides wird erleichtert, wenn man den Schwerpunkt des ganzen Bogenstückes zwischen Schlußstein und Widerlage sucht, an diesem Punkte Linien, welche die Zerlegung der Kräfte ausdrücken und wovon die obere einen rechten Winkel mit der zugehörigen inneren Bogenlinie macht, die untere aber gegen den Schwerpunkt der Widerlage gerichtet ist, aufzeichnet, wonach die letztere, welche in schiefer Richtung gegen den Punkt der Widerlage, um den sich solche wenden muß, um auszuweichen, wirkt, in eine conforme rechtwinklichte Richtung reduzirt wird, und alsdann in ihrem einfachen Linearmaaße die Wirkung des Bogenstücks gegen die zugehörige Widerlage ausdrückt.

Es ist diese geometrische Operation an der rechten Seite der Bogen dargestellt.

Ich habe gesagt, daß dieses Verfahren zum Vergleich der Wirkung der verschiedenen Gewölbearten auf die Widerlage derselben diene, nicht aber ist es praktisch bei der Aufsuchung der Stärke der Widerlagen im allgemeinen, dieselben als Ein Stück oder Einen Stein zu betrachten, denn eine aus Mauerwerk bestehende Gewölbwiderlage wird, wenn sie zu schwach ist, gewöhnlich nicht im Ganzen umgeworfen, indem sie sich um jenen Wendepunkt dreht: es schieben sich vielmehr die einzelnen Lagen des Widerlagsmauerwerks aus einander und die oberste Lage d. h. die zunächst unter dem Gewölbe befindliche am meisten.

Hätte man das Recht, die Widerlage als ein festes Stück zu betrachten, so könnte man mit gleichem Recht ein aus gleichem Material construirtes Gewölbe als Ein Stück betrachten und dann wäre, wie bereits gezeigt ist, gar keine Widerlagsstärke nöthig, vielmehr nur eine senkrechte Unterstützung von geringster Stärke, die nicht knickte.

Es darf also nur die oberste Steinlage der Widerlagen mit ihrem Gewicht, ihrer Cohäsion zu der nächst untern Lage und ihrer absoluten Festigkeit als Widerstand gegen den Gewölbdruck in Anschlag kommen, und eben diese Eigenschaften der Baumaterialien kommen auch bei den Gewölbesteinen selbst gar sehr in Betracht.

Sechsunddreißigstes Kapitel.

Gewicht, Festigkeit und Cohäsion der Gewölbematerialien.

Das Gewicht und die rückwirkende Festigkeit verschiedener Bausteine, d. h. diejenige Festigkeit, welche sie dem senkrechten Druck entgegensetzen, bevor sie zermalmt werden, ist bereits im neunzehnten Kapitel erörtert worden; diese Festigkeit kommt beim Gewölbebau besonders in Betracht, wenn Gewölbe nicht blos ihre eigene Last tragen, sondern durch Mauern, Erdauffüllungen oder andere Gegenstände belastet sind. Rondelet hat aber auch über die Festigkeit der Baumaterialien im Zerbrechen folgende wichtige Erfahrungen mitgetheilt.

1) Ein fünfzehn Zoll langes Parallelepipedum von Gyps, dessen Basis 16 Linien zu $9\frac{1}{2}$ Linien hatte, wurde auf die schmale Seite gelegt und an zwei Punkten unterstützt, die zwölf Zoll von einander entfernt waren, wo es dann,

bevor es zerbrach, eine in seiner Mitte angebrachte Belastung von siebenzehn Pfund zehn Unzen fünf Gros trug.

Dasselbe Parallelepipedum hat, an beiden Enden gezogen, bis es zerriß, ein Gewicht von achtzig Pfund sechs Unzen ausgehalten.

2) Ein Stück Gyps, welches drei Tage zuvor gegossen und $11^1/_2$ Linien hoch, sowie 7 Linien dick war, wurde mit einem Ende in rechtwinklichter Richtung in einer Mauer so befestigt, daß es auf der schmalen Seite auflag und zerbrach bei einem am andern, sechs Zoll lang von der Mauer entfernten Ende aufgehängten Gewicht von vier Pfunden und zwei Unzen.

3) Ein anderes Stück Gyps von fünfzehn Zoll Länge und der vorbeschriebenen Höhe und Dicke, welches auf der schmalen Seite auf zwei Stützpunkte, die einen Fuß von einander entfernt waren, aufgelegt war, zerbrach bei einem in seiner Mitte angebrachten Gewicht von vier Pfund, zwei Unzen, sieben Gros.

4) Ein drittes Stück Gyps von denselben Maaßen, wie das vorbenannte und auf gleiche Weise gelegt, war an den gleichweit entfernten Stützpunkten gefestigt und trug, bevor es zerbrach, zwölf Pfund zwölf Unzen.

Bei dem ersten Versuch war nur Ein Bruch nahe an der Befestigung entstanden, während bei dem zweiten Versuch der Bruch in der Mitte war, bei dem dritten Versuche entstanden drei verschiedene Brüche einer an jedem Stützpunkte und einer in der Mitte.

Rondelet schließt aus diesen und mehreren anderen von ihm wiederhohlt an Gypsstücken gemachten Versuchen, 1) daß man, wenn man die absolute, d. h. dem Zerreißen widerstehende, Festigkeit eines Körpers von einfacher Textur kennt, daraus seine relative Festigkeit in jedem Verhältnisse finden könne;

2) daß die Kraft, welche nothwendig ist, um einen solchen Körper zu zerbrechen, für andere der Art von gleicher Form und gleichem Maaße im umgekehrten Verhältniß der Entfernung des Punktes, an dem die Kraft wirkt, bis zum Stützpunkt, stehe, daß also, wenn z. B. diese Entfernung dreimal größer wird, nur der dritte Theil der Kraft zum Zerbrechen nöthig ist;

3) daß, wenn die Entfernung der Stützpunkte gleich bleibt, die Wirkung der zerbrechenden Kraft gleich ist, sey es nun, daß das Gewicht, welches solche vorstellt, an einem der Ende oder in der Mitte angebracht ist;

4) daß diese Kraft in Verhältniß steht zu der Zahl der Brüche und ihrer Oberfläche.

Wenn man die Kraft kenne, welche nöthig wäre, um einen Körper von einfacher Textur, wie Stein, Gyps, Mörtel, welche an zwei entgegengesetzten Enden gezogen werden, zu zerreißen, so könne man die Gewalt, welche nöthig sey, um denselben Körper, der auf zwei Stützpunkten ruhe, zu zerbrechen, finden, wenn man den Ausdruck jener Kraft mit der senkrechten Höhe des Körpers multiplicire, und das Produkt mit der Entfernung des Anfallpunktes der Kraft von den Stützpunkten dividire.

Ferner hat Rondelet einen Versuch gemacht mit zehn cubischen Körpern von gewöhnlichem harten Steine, die zwei Zoll in Länge, Breite und Höhe hielten, seit einem Monat einer an dem anderen befestigt waren (mit Gyps) und schwellenartig auf sechszehn Zoll weit entfernten Stützpunkten mit ihren Enden ruheten, ohne daselbst befestigt zu seyn. Dieselben brachen in der Mitte von einander bei einer Belastung von $25^3/_4$ Pfund. Zwei von diesen Cuben, die zu gleicher Zeit zusammen befestigt waren, haben sich, an den beiden Enden gezogen, nicht eher von einander getrennt, als bei einem Gewicht von 121 Pfunden.

Dieselben Versuche, welche an Cuben, die auf den Stützpunkten befestigt waren, gemacht wurden, ergaben 79 Pfund, 81 Pfund und $82^1/_2$ Pfund.

Andere Versuche waren von den vorigen nur dadurch verschieden, daß die Cuben mit Kalkmörtel befestigt waren; der Versuch wurde einen Monat, nachdem die Steine zusammengekittet waren, gemacht.

Um zwei derselben, die an den Enden gezogen wurden, von einander zu reißen, waren 64 Pfund Gewicht nöthig. Die Anwendung der oben gegebenen Regel zur Berechnung der relativen Festigkeit gäbe $\frac{64 \times 2}{8}$ das sind 16 Pfund für das nöthige Gewicht, um sie, wenn sie schwellenartig zusammen gekittet und auf den Stützpunkten nicht befestigt wären, zu zerbrechen; der Versuch ergab $10\frac{3}{4}$ Pfund im geringsten und $13\frac{1}{2}$ Pfund im höchsten Resultat; rechnet man hierzu das Gewicht der mittleren Würfel (acht Stück, die frei trugen), welches sechs Pfund waren, so findet man für die geringste Kraft $16\frac{3}{4}$ Pfund, für die größte aber $19\frac{1}{2}$ Pfund.

Sodann wurden Versuche mit einem Modelle eines Gewölbes aus Stein von Conflans gemacht, welches nach einem halben Kreisbogen in gleicher Dicke ausgerückt war, zwölf Zoll Durchmesser und Einen Zoll Dicke hatte und durch eine Schnittfuge, welche Winkel von 45 Graden mit dem Horizont bildeten, in der Mitte jeder dadurch abgetheilten Krümmung in vier Theile geschieden war.

Nachdem man die obere senkrechte Schnittfuge zusammen gegypst hatte, war ein Gewicht von sechszehn Pfund nöthig, um das Gewölbe auseinander zu treiben; nachdem man aber außer dieser Schnittfuge auch die beiden in einem Winkel von 45 Graden angebrachten Fugen zusammen gegypst hatte, waren 52 Pfund Gewicht nöthig, um sie von einander zu trennen und nach der Vergypsung der horizontalen Fugen zwischen Wölbung und Widerlagen bedurfte es eines Gewichts von 85 Pfunden, um die Wölbung aus einander zu treiben.

Nach den von Rondelet an anderen Modellen von gedrückten Wölbungen sowohl als überhöheten gemachten Erfahrungen, T. II., F. 81, 82 und 83, hat sich das Resultat ergeben, daß sich die Cohäsionsfähigkeit des Mörtels oder des Gypses, welche die Steine oder Backsteine einer Wölbung vereinigt, zu verhalten scheine, wie das Product der Oberflächen der Fugen, in denen die Trennungen entstehen müßten mit der Länge der Linie CG, dividirt durch die Länge der Linie KC in den Figuren, wobei der Winkel GFO stets = 45 Grad ist. Je geringer die Dicke einer Wölbung, desto mehr vermindert sich die Widerstandsfähigkeit des Mörtels und am größten ist solche in den Wölbungen, welche bis zur Höhe ihrer Wölbung vermauert sind.

Diese Erfahrungen werden folgendermaaßen angewendet:

Man wollte z. B. untersuchen, ob in einem Tonnengewölbe, das die Form eines Halbkreises hat, und in gleicher Dicke von vier Zoll aufgeführt ist, bei einem Durchmesser von 28 Fuß die Cohäsionskraft des Gypses hinreichend sei, um die Backsteine zusammenzuhalten.

Da die Länge des Gewölbes ohne Einfluß auf das Resultat ist, so kann man die Berechnung zu deren Erleichterung für einen Abschnitt von Einem Fuß Länge machen.

Das Gewicht der Constructionen aus Backsteinen und Gyps von vier Zoll Dicke ist auf den Quadratfuß ungefähr 42 Pfund, das Gewicht dieses Gewölbabschnittes wäre also 1848 Pfund, welche das Gewicht darstellen, das bei den erwähnten Erfahrungen im Scheitel des Bogens aufgehängt war.

Da nun die Kraft, welche nöthig wäre, um die horizontale Fuge an den Bogenanfängen aufzubrechen, stets beträchtlicher ist als der Widerstand des Mauerwerks, so braucht man nur drei andere Fugen, die eine im Scheitel und

die beiden in einem Winkel von 45 Graden geschnittenen, die, wenn sie sich öffnen, den Einsturz des Bogens veranlassen, zu berücksichtigen.

Jede Oberfläche dieser Fugen hält 48 Quadratzoll, drei haben also 144 Quadratzoll, wird diese Zahl nun mit 50 Pfund multiplizirt, welche Zahl für jeden Quadratzoll die Cohäsionskraft des Gypses mit Backsteinen ausdrückt, so erhält man für den ganzen Widerstand 7200 Pfund. Diese Quantität wird durch das Verhältniß von CG zu KC multiplizirt, welches bei den halben Kreisbogen immer $^{29}/_{70}$ ist, und so findet man 2983 Pfund als den Ausdruck des Gewichtes, welchem die Cohäsion des Gypses bei dem beschriebenen Gewölbe widerstehen könnte. Da nun das Gewicht der Wölbung nur 1847 Pfund beträgt, so folgt daraus, daß, vorausgesetzt die Wölbung sei gut construirt, die Cohäsion des Gypses in dem vorliegenden Fall genüge, um die Backsteine so zu vereinigen, daß sie keinen Druck gegen ihre Widerlagen ausüben; ein Resultat, welches denn auch durch die Erfahrungen des Grafen d'Espie und viele andere bestätigt wird.

Es versteht sich von selbst, daß hierbei nur davon die Rede war, daß sich das Gewölbe selbst trage, ohne weiter belastet zu sein; findet eine Belastung desselben statt, so ist es, indem solche dem Gewicht des Gewölbes zugesetzt wird, leicht, das Resultat zu berechnen.

Man findet nach obigem Berechnungsverfahren, daß die Cohäsion des Gypses bei dieser Gewölbdicke nicht mehr hinreiche, wenn der Umkreis der Wölbung mehr als 71 Fuß beträgt. Bei regelmäßig construirten Kreuzgewölben muß man dieses Berechnungsverfahren für einen der Schwibbogen anstellen, sind sie aber unregelmäßig, so muß die Rechnungsoperation für jeden Schwibbogen vorgenommen werden. Bei Klostergewölben auf viereckigem Plane und Cuppelgewölben ist die Cohäsionskraft des Gypses oder Mörtels stets hinreichend, um die Backsteine zusammen zu halten.

Das Verhältniß von der Cohäsionskraft des Mörtels zu derjenigen des Gypses ergibt sich aus den oben beschriebenen Versuchen ungefähr wie 45 zu 85 oder wie 9 zu 17.

Diese Erfahrungen sind von ungemeinem praktischen Nutzen besonders bei belasteten Gewölben, da sie sich aber nach der Beschaffenheit des Mörtels modifiziren, so ist es sehr rathsam, solche durch möglichst große Modelle, bei denen man das örtliche Material anwendet, zu prüfen und zu bewähren.

Siebenunddreißigstes Kapitel.

Senkungen und Zusammensetzen der Gewölbewiderlagen.

Diese Senkungen können sowohl Folgen einer unvollkommenen Gründung als auch der üblen Construction der Mauern sein. Und auch selbst bei geringen Mörtelfugen wird einige Senkung stattfinden, wenn die ganze Last des Gewölbes auf die Widerlagen kommt. Die Folgen davon müssen für das Gewölbe allemal höchst nachtheilig sein, wenn solche nicht in gleicher Zeit gleichmäßig eintreten, welches immer in hohem Grade unwahrscheinlich ist. Die meisten nachtheiligen Einwirkungen, welche Gewölbeconstructionen erfahren, haben daher hierin ihren Ursprung. Eine ungleiche Senkung der Widerlagen muß nothwendig das Gleichgewicht unter den Gewölbsteinen stören, welches der Grund ihrer

ganzen Festigkeit ist; die Richtung der Fugenschnitte muß dadurch verändert und falsch werden. Ist aber erst eine nachtheilige Veränderung im Gewölbe eingetreten, so muß die Form und Neigung der entstandenen Risse bestimmen, welches das Mittel sei, um weiterem Uebel zuvor zu kommen; bald werden Strebepfeiler, bald Ausfüllung der Gewölbe-Winkel, bald eine größere Belastung der Widerlagen, bald eiserne Anker oder eiserne Gürtel diesen Endzweck erreichen.

Achtunddreißigstes Kapitel.

Nachtheilige äußere Einwirkungen auf Gewölbe.

Dazu gehören zunächst Belastungen. Sind solche nach dem Gleichgewicht auf den Bogen vertheilt, so können wir uns solche in dem Schwerpunkt desselben vereinigt denken und sie werden alsdann keinen ungleichen Seitendruck ausüben, sondern nur die Widerlagen in verticaler Richtung niederdrücken, welches bei sicherer Gründung und hinreichender Widerstandsfähigkeit des Materiales nicht nur nicht schaden, sondern den sichern Aufstand des Gewölbes sogar vermehren kann. Wenn aber die Belastung ungleich vertheilt ist, so findet ein ungleicher Seitendruck derselben statt und es ist alsdann der Druck dieser Last an demjenigen Gewölbstein, in den deren Schwerpunkt fällt, in der Art zuzusetzen, daß man denselben durch gleiches Linearmaaß ausdrückt, welches zur Darstellung der Schwere der einzelnen Gewölbesteine diente und die gefundene Länge der verticalen Linie, die aus dem Schwerpunkt des betreffenden Steines herabgefällt wurde, um dessen Schwere auszudrücken, zusetzt, hiernach aber die Vermehrung des Seitendruckes durch das Parallelogramm der Kräfte berechnet. Ist die Belastung mobil, so muß ihr größtes Gewicht für die schwächste Stelle des Gewölbes berechnet werden. Wirkt solche percussiv, so muß die Gewalt der Percussion berechnet und ebenwohl auf gleiche Weise, wie die Schwere, leariisch ausgedrückt und der Schwerenlinie des betreffenden Gewölbsteines zugesetzt werden.

Eine besonders nachtheilige äußere Einwirkung, welche viele große Gewölbe auszuhalten haben, ist aber der bedeutende Kraftanfall der Sturmwinde auf die Dachconstructionen, welche mit den Gewölben in Verbindung stehen, und habe ich die Erfahrung gemacht, daß diese Einwirkung, vereinigt mit den Nachtheilen, welche bei unvollkommener Unterhaltung des Daches eindringende Feuchtigkeit nothwendig auf den Mörtel, besonders den Gypsmörtel haben muß, die Ursache des Unterganges mancher Kirchengewölbe des Mittelalters sey *).

---

*) Speciell erläutert und mit Beispielen belegt ist dieses in meiner Abhandlung über die gewöhnlichen Ursachen des Verfalls der mit Spitzbogen überwölbten Kirchen u. s. w. Man siehe Crelle's Journal für die Baukunst Band 25.

Neununddreißigstes Kapitel.

Regeln für die Berechnung der Gewölbestärken und ihre Gewölbewiderlagen.

Rondelet hat nach seinem System berechnet, daß, angenommen verschiedene Gewölbarten bedeckten jede einen gleichen und ebenso langen als breiten innern Raum von 400 Quadratfuß, so würde der Quadratinhalt der Grundflächen der Widerlagsmauern des Tonnesgewölbes 115, derjenige des Klostergewölbes 91, die Pfeiler des Kreuzgewölbes würden 60, und die kreisrunde Mauer einer Kuppel 48 Quadratfuß erfordern.

In gleicher Dicke ausgedrückte Wölbungen müssen, wie Rondelet gefunden hat, um sich tragen zu können, eine Gewölbdicke von wenigstens $1/_{50}$ ihres Radius haben *). Da jedoch die Bruchsteine und Backsteine, welche man zu Gewölbeconstructionen verwendet, nie so vollkommen seien, wie solches nach der Theorie vorausgesetzt werden müsse, so könne man für die geringste Dicke von Tonnengewölben von 9 bis zu 15 Fuß Radius vier Zoll annehmen, sei es nun daß man solche aus zwei Reihen plattgelegter oder einer Reihe hochkantiger Backsteine construirt. Bei Wölbungen aus weichen Bruchsteinen soll man statt dessen fünf Zoll Dicke nehmen und diese Dicke von der Mitte des Schlußsteines bis zu dem Ort, wo ihr Rücken sich von den Mauern oder Widerlagen, welche das Gewölbe tragen, ablösen, zunehmen lassen. Gedrückte Bogen, die aus drei oder mehreren Puncten construirt sind, sollen niemals in gleichförmiger Dicke ohne Ausfüllung der Gewölbwinkel construirt werden, vielmehr sollen ihre Widerlagen wenigstens bis zu der Höhe aufgeführt werden, wo bei ungenügender Festigkeit der obere Theil eines halben Gewölbes sich von dem untern Theil ablösen würde, die Dicke des Gewölbes an diesem Punct soll dem zwölften Theil des Durchmessers gleich sein und sich von da an bis zum Schlußstein vermindern, dessen Dicke bis zum vier und zwanzigsten Theil des Durchmessers vermindert werden könne **).

Es ist zu bemerken, daß bei den oben angegebenen Verhältnissen zwischen dem Flächeninhalt des von den Gewölben bedeckten Raumes und dem von den Widerlagen eingenommenen Raume bei dem Tonnengewölbe unter dem letzteren die Grundfläche der beiden, die Gewölbe tragenden, sich parallel gegenüberstehenden Mauern verstanden werden, sowie bei dem Kreuzgewölbe die vier dasselbe tragenden Pfeiler von quadratischer Basis, bei dem Klostergewölbe die vier dasselbe umschließenden Mauern und die kreisförmige Mauer bei der Cuppel gemeint sind.

Es ist nach diesem Verhältniß leicht durch ein einfaches Regel de Tri Exempel und die Ausziehung der Quadratwurzel aus der Größe des von dem Gewölbe bedeckten Raumes die nöthige Stärke der Widerlagen für alle ähnliche Räume zu finden.

Wäre z. B. ein quadratischer, mit einem Tonnengewölbe zu bedeckender Raum statt 400 Quadratfuß 1296 Q. F. groß, so verhielte sich 400 zu 1296 wie 115 zu der gesuchten Grundfläche der Widerlagen für das Gewölbe,

---

*) Rondelet Liv. V. pag. 382.
**) Rondelet Liv. V. pag. 292.

welches 1296 Q. F. bedecken soll, gibt 372,6, ist die Seite eines Quadrates von 1296 Q. F., d. i. dessen Quadratwurzel gleich 36 Fuß, es wird also diese 36 in 372,6 dividirt, die Dicke beider Mauern zusammen, 10,350 Fuß oder von jeder einzelnen 5,175 Fuß betragen, während sie bei 400 Fuß Gewölbbedeckung von beiden Mauern zusammen nur 5,750 Fuß, also von jeder einzelnen 2,875 Fuß betrug.

Für Kreuzgewölbe, Klostergewölbe und Cuppeln lässen sich ebenso nach einem ähnlichen Verfahren die Widerlagsdicken finden.

Rondelet bemerkt, es müsse auffallen, daß nach diesem Systeme sich ergeben werde, wie die Widerlagen der Kloster- und Cuppelgewölbe minder dick würden, als diese Gewölbe. Wiewohl nun dieses als richtig durch die Erfahrung bestätigt werde, so wolle er doch nicht behaupten, daß man diesen Widerlagsmauern eine geringere Stärke, als den Gewölben geben müsse, aber wohl bemerken, daß solche Widerlagsmauern nicht in ihrer ganzen Länge voll ausgemauert zu sein brauchten (so z. B., daß Thüren und Fenster in denselben sein können).

Derselbe Schriftsteller bemerkt ferner, daß nach seinen Erfahrungen die verschiedene Höhe der Widerlagen, so lange solche nicht mehr betrügen, wie der Durchmesser der Wölbungen, bei Bestimmung der Widerlagsdicken nicht in Betracht käme.

Sind die Gewölbe keine Halbkreise, wie sie für obige Verhältnisse von 115, 91, 60 und 48 zu 400 angenommen sind, sondern andere Bogenlinien, so kann man nach einer von Rondelet für alle Arten von Bogenlinien angegebenen geometrischen Methode zur Auffindung der Widerlagsdicken die nöthigen Modificationen machen. Diese geometrische Methode ist folgende:

Nachdem man eine Bogenwölbung von beliebiger Art und ihre Dicke aufgezeichnet und in diese Dicke die Mittellinie T K G eingetragen hat, ziehe man die Secante F O perpendiculär auf diese Bogenlinie und durch den Schneidepunct K die Horizontallinie I K L, errichtet dann eine Perpendicularlinie über dem Puncte B bis zu dem Punct i. Sodann trage man i K von K nach m, die Entfernung von m nach L, von B nach h. Hierauf stecke man die Gewölbedicke zweimal von B nach n, theile die Entfernung von n nach h in zwei Theile, in den Punct d und construire den Halbkreis H E n. Wo die Horizontallinie A B diesen Halbkreis in E schneidet, da fälle man eine Perpendicularlinie herab, welche die Dicke der Widerlage bestimmt. T. II. F. 84.

Solche Berechnungen und Constructionsmethoden sind in der Praxis von wesentlichem Nutzen, nicht etwa, um sich blindlings danach zu richten, sondern um nicht gleichsam im Finstern zu tappen, und diese Berechnungen als Prüfstein an die Bestimmungen, welche in der Ausführung andere praktische Verhältnisse ergeben, anzulegen und danach ab und zuzuthun.

Diese besondern praktischen Verhältnisse sind der Gegenstand der nachfolgenden Kapitel für die Anwendung der Gewölbe zu verschiedenen Bauconstructionen.

Vierzigstes Kapitel.

Gewölbe über Thüren, Thoren und Fenstern.

Bei der Construction von Thür- und Fensterbogen kommt zunächst das Material, aus dem sie gemacht werden, in Betracht, denn bei denselben steht am meisten die rückwirkende Festigkeit dieses Materiales in Anrechnung, da gewöhnlich sehr nahe über diesen Bogen die Stockwerksgebälke zu liegen pflegen, so daß die Stellen unter dem Balkenkörper eine sehr bedeutende und percussiv bewegliche Belastung zu tragen haben, was besonders bei flachen Bogen sehr zu berücksichtigen ist. Der innere Theil der Bogen über Thüren und Fenstern ist aber am besten flach, selbst wenn der äußere Theil derselben halbkreisförmig ist, weil man, wenn die Bogen inwendig auch halbkreisförmig wären, die Fenster und Thüren nicht bis obenhin auf bequeme Art öffnen und auch Rouleaux, innere Schaltern u. d. gl. nicht gut anbringen könnte.

Wird nun eine solche Bogenconstruction, die in T. IV, Fig. 131 u. 132 abgebildet ist, aus Backsteinen gemacht, so ist es nöthig, daß der flache innere Bogen für ein gewöhnliches, etwa 14 bis 16 Fuß freitragendes Stockwerksgebälke wenigstens Einen Stein von 10 Zoll Länge hoch sei, daß die Steine nach einem richtigen Fugenschnitt vermauert werden, daß diese inneren flachen Bogen mit den äußeren halbkreisförmigen gemeinschaftliche beide vereinigende Schlußsteine von Quadersteinen erhalten und daß überhaupt innere und äußere Bogen möglichst mit einander in Verband gebracht werden. Dabei ist es sehr wünschenswerth, daß die Backsteine des Gewölbes nach den Schnittfugen, also wie abgestumpfte Keile geformt, nicht aber durch Zwicken von Schiefersteinen in den Fugen die obere Verbreiterung erlangt werde. Da dieses aber selten ohne wesentliche Weitläufigkeit thunlich sein wird, so ist es wenigstens nothwendig, die Nachtheile solcher Verzwickungen durch Anwendung des Cämentes als Mörtel möglichst auszugleichen. Daß außerdem nur ganz vorzüglich feste und wohlgebrannte Backsteine zu diesen Wölbungen gewählt werden, versteht sich von selbst.

Solche Wölbungen von Backsteinen sind in Backsteinmauern Wölbungen von Bruchsteinen fast vorzuziehen, weil sich Bruchstein- und Backsteinconstructionen aufrecht neben einander leicht von einander absondern, da sie sich wegen Verschiedenheit der Fugenzahl verschieden setzen; in Bruchsteinmauern sind deßhalb auch Bogen von gehauenen Steinen die besten, die ebenwohl eine gute Verbindung mit den Mauern daneben haben müssen; es ist dabei nöthig, die Hackensteine, d. h. solche Gewölbsteine, die sich mit horizontalen Stücken in die Fensterschafte einsetzen, zu vermeiden, weil solche leicht abbrechen.

Nach dem gewöhnlichen durchaus zweckmäßigen Systeme werden im Aeußeren Fenster über Fenstern und im Inneren auch Thüren über Thüren angebracht, so daß die Fenster- und Thürbogen wenig Mauerwerk zu tragen haben, nemlich nur das Mauerwerk bis zum nächsten Fenster oder im obersten Stockwerke das Mauerwerk bis zum Dache. Allein es kommt wohl auch vor, daß die Fenster und Thüren versetzt sind, so daß bedeutendes Gewicht auf die Bogen kommt, was alsdann nicht zu sehr berücksichtigt werden kann.

Die inneren Thüren werden am besten $1^1/_2$ Stein hoch flach überwölbt, die Wölbung so flach genommen, daß sie durch das Fensterfutter und die Thürverkleidungen versteckt werden kann.

Es ist sehr fehlerhaft, statt solcher Ueberwölbungen die Thüren und Fenster mit Sturzklötzen von Eichenholz zu überlegen, denn dieselben werden faul, auch wenn sie nicht der Witterung ausgesetzt sind. Ich habe in sonst sehr guten Gebäuden, wie z. B. im Museum Fridricianum zu Cassel dergleichen herausnehmen müssen, weil sie ganz faul waren, wiewohl sie kaum 60 Jahre lagen.

Auch die flachen Ueberwölbungen der inneren Thüren werden sowohl in Backsteingebäuden, als in Bruchsteinconstructionen am besten mit Cäment gemauert; es hat dieses viele Vortheile und kostet wenig mehr.

Einundvierzigstes Kapitel.

Gewölbe über Kellern, Kasematten und unterirdischen Räumen.

Bei den Kellergewölben ist es ein sehr wesentlicher Vortheil, daß man ihre Widerlagsmauern bei ihrer Aufführung sogleich mit den sogenannten Gewölbeanfängern versiebt, d. h. daß man nach Maaßgabe der Bogenlinien die Steine soweit heraustreten läßt, um die obere Wölbung darauf zu setzen. Ueber diesen Gewölbeanfängern führt man die Mauern des Kellers und der oberen Stockwerke in die Höhe, so daß man das Dach darauf setzen kann, wonach erst die Kellergewölbe gemacht werden. Dieses hat die einleuchtenden Vortheile, daß die Gewölbe nicht durch Feuchtigkeit des Regens leiden können und daß die Widerlagsmauern der Gewölbe durch das auf denselben lastende Gewicht der oberen Mauern gegen den Druck der Gewölbe verstärkt werden.

Eine Eigenthümlichkeit der Kellergewölbe sind die zur Einleitung von Licht und Luft nöthigen Kappen, d. h. die Unterbrechung des Hauptgewölbes durch kleinere, nach den Kellerlucken oder Kellerfenstern führende Ueberwölbungen.

Liegen die Kellerlucken viel höher, als die Scheitel der Gewölbe und ist die Erhöhung der Kappen bis in die oberen Räume unthunlich, so kann durch dieselben freilich nicht viel Licht, immer aber doch Luftzug gewonnen werden, indem man die Kappen zu senkrecht aufsteigenden, an den Lucken endigenden Luftzügen führt.

Selten will man in den Kellern unter Wohnhäusern und anderen Gebäuden so viel Abtheilungen haben, wie deren in den unteren Stockwerken nöthig sind; um nun unter Scheidemauern und Wänden Räume frei lassen zu können, verstärkt man die Gewölbe an den Stellen, wo sie sich befinden, mit Gurtbogen, bei denen man nicht unberücksichtigt lassen muß, daß dieselben nicht allein ihr eigenes Gewicht zu tragen haben, sondern daß diese sowohl, als auch ihre Widerlagen die Last der auf ihnen stehenden Mauern tragen müssen. Es ist übrigens nicht immer nöthig, daß diese Gurtbogen nach der inneren Seite der Wölbungen vorstehen müssen, oft können sie auch nach Außen vorstehen. Ist die Stärke der Mauern für dieselben nicht hinreichend, so kann man sie durch Strebepfeiler, die in der Erde verborgen bleiben, verstärken, erreicht aber das Gewölbe die Außenmauern nicht zu beiden Seiten, so daß Strebepfeiler nur auf einer Seite anzubringen sind, so kann man dem Druck des Gurtbogen den Druck anderer Gurtbogen über Gängen oder andern Kellern entgegen setzen, so daß man zuletzt doch den Seitendruck von diesen durch Strebepfeiler an der entgegengesetzten Seite von jenen auffängt.

Die Kellergewölbe können und müssen in den meisten Fällen oben wagerecht verglichen werden, dieses soll aber nicht mit feuchtem ausgegrabenem Grund und Boden, sondern mit Mauerwerk geschehen, welches nicht im Verband aufgeführt zu werden braucht, sondern aus kleinen Steinen, die mit einem Mörtel von wenig Kalk und viel Sand vermengt sind, besteht. Die Methode, diese Räume mit den vom Behauen der Sandsteine übrigbleibenden Steinschrotten auszufüllen, welche dann lagenweis mit Kalkmilch bespritzt werden, wird von erfahrenen Technikern als vorzüglich gut empfohlen.

Bei den Casemattengewölben ist das Eigenthümliche, daß solche gewöhnlich ohne Bedachung unter freiem Himmel liegen und also dem Eindringen von Nässe ausgesetzt sind, welches zu verhüten nicht so leicht ist. Dazu genügt nicht, daß die Gewölbe mit Cäment überzogen werden, auch nicht, daß sie mit mehreren Plattenbelägen in Cäment übereinander gelegt bedeckt werden.

Der Frost weiß hier immer dem Eindringen von Schneewasser einen Weg zu bahnen. Wohl aber thut es gut, wenn solche Gewölbe so hoch wie es in der Gegend möglich ist, daß der Frost eindringe, mit festgestampfter Erde bedeckt werden, also in unsern Gegenden drei bis vier Fuß hoch. Daß außerdem diese Gewölbe mit Cäment gemauert, wenigstens mit Cäment auswendig überzogen und mit Platten, die in Cäment liegen, abhängig so bedeckt werden, daß die Feuchtigkeit, die bis zu den Platten durchdringt, nach Richtungen, wo sie keinen Schaden bringen kann, unter der Erde abziehe, ist keineswegs überflüssig. Belidor schreibt vor, daß zunächst auf das Mauerwerk eine drei Zoll hohe Lage von Kies gedeckt werden solle, ohne Zweifel um eben diesen Feuchtigkeitsabzug zu erleichtern.

Uebrigens sollten solche Casematten, wenn sie zu menschlichen Wohnungen bestimmt sind, auch stets durch Windöfen heizbar sein, um die Luft in denselben zu erneuern und die Wände gegen das Ausschlagen zu sichern.

In dieses Kapitel gehört auch die Construction von Feuchtigkeitsabzügen, die überwölbt sind, d. h. von überwölbten Canälen.

Ihre Wölbungen müssen hinreichend stark sein, um nicht nur dem Druck des auf ihnen lastenden Erdbodens, sondern auch dem percussiv wirkenden Gewicht schwerer über dieselben passirenden Fuhrwerke zu widerstehen.

Die Oberflächen ihrer Wölbungen sollen außerdem mit Cäment überzogen sein, um das Eindringen der Feuchtigkeit von oben, die mit der Zeit nachtheilig auf die Festigkeit der Wölbungen wirkt, zu verhindern.

Besonders wichtig ist aber die Fundamentirung und Unterbauung der Canäle, da sie bei stärkerem Falle sehr leicht von der in den Canälen fließenden Feuchtigkeit unterwaschen und dadurch die Canäle zum Einsturz gebracht werden. Nichts kann deßhalb besser sein, als wenn man sie auf Steinplatten gründet, die nach der Breite durchgehen, und indem sie in den Fugen zusammengenuthet und mit Cäment verstrichen werden, zugleich den Grund des Wasserbettes bilden. Solche größere Platten sind in manchen Gegenden freilich nicht ohne große Kosten zu haben und müssen alsdann durch kleinere Steine und Cämentconstructionen ersetzt werden.

Zweiundvierzigstes Kapitel.

Gewölbe über Zimmern und Sälen.

Es ist eine große Vollkommenheit eines Gebäudes, gewölbte Decken statt Balkendecken zu haben, und in der That ist gutes Bauholz in manchen Gegenden so theuer geworden, daß ein nicht sehr dickes Backsteingewölbe weniger kostet, als eine Balkendecke; aber es sind nicht diese Kostenbeziehungen, die entscheiden, sondern besonders die Kosten der bei Ueberwölbungen nöthigen stärkeren Mauern durch alle Stockwerke und deßhalb eines größeren Raumverlustes, die dazu bewegen, höchstens nur die unteren Stockwerke zu überwölben. Wäre es mit den Regeln der Stabilität vereinbar, daß man die Mauern der unteren Stockwerke schwächer machte, als die der oberen, so brauchten nur diese letzteren stark zu sein, da die unteren durch die Belastung mit der oberen so sehr verstärkt würden, daß sie, wenn sie auch nicht stärker wären, als nöthig ist, um genügendes Auflager für die Bogensteine zu gewähren, ihren Gewölben genügenden Widerstand leisten könnten. Indessen möchten doch solche Constructionen, wenn auch möglich, immer sehr bedenklich sein, da sie alle seitherigen Erfahrungen und Constructionsmethoden bei Stockwerksmauern umkehrten.

Werden gewölbte Decken auch nur in den unteren Stockwerken angewendet, so macht die Rücksicht auf Verminderung der Mauerstärken bei verminderten Gewölbstärken diese letzteren, so lange sie in den Grenzen der Festigkeit bleibt, sehr wünschenswerth.

Es kommt dabei zunächst darauf an, ob das Gewölbe zugleich der Fußboden eines oberen Stockwerkes wird; alsdann muß man die mögliche Belastung eines solchen, z. B. durch eine Anfüllung desselben mit Personen, mit sehr schweren Mobilien, die vielleicht unvorsichtig bewegt werden, nicht zu gering anschlagen. Kommt dazu nun vielleicht ein Verderb des Gewölbes durch vergossene Feuchtigkeit oder eine äußere Einwirkung, so können sehr traurige Unglücksfälle stattfinden.

Trägt das Gewölbe aber keinen Fußboden, ist dasselbe keiner besonderen Erschütterung ausgesetzt und durch ein gutes Dach gegen Feuchtigkeit geschützt, so kann man dasselbe viel schwächer machen.

In solchen Fällen halte ich die mit Gyps gemauerten Gewölbe des Grafen d'Espie oder eigentlicher gesagt (T. I. F. 13.) die im südlichen Frankreich, besonders in Rousillon üblichen flachen, aus zwei Lagen plattliegenden mit verwechselten Fugen vermauerten Backsteine für anwendbar. Ein solches Gewölbe hat allerdings seine Festigkeit nur durch die Güte des Gypses, mit dem es vermauert wird, und ist deßhalb besonders gegen Feuchtigkeit zu sichern. Es möchte vielleicht Cäment zur Vermauerung, statt Gyps, noch vorzuziehen sein.

Diese Rousillongewölbe werden über viereckigen Räumen gewöhnlich in Form von Kloster- oder Spiegelgewölben aufgesetzt; zweckmäßiger scheint die umgekehrte Form eines an den vier Ecken aufgehängten Tuches und dann ist doch auch die Vermauerung der Steine auf die Kante vorzuziehen; (T. I. F. 41 und 42.); ein solches Gewölbe hat nach allen Richtungen die Form der zur Tragfähigkeit am meisten geeigneten Kettenlinie, läßt sich allen Formen von Grundrissen leicht anpassen, und nimmt wenig Raum ein, wobei ich jedoch voraussetze, daß man dasselbe nicht allzu flach mache. Es sind diese Gewölbe also fest, zweckmäßig

und kann ihre Form auch bei anpassender Verzierung sehr geschmackvoll erscheinen. Auch bei diesen kommt es sehr auf die Festigkeit des Mörtels an, mit dem sie vermauert werden, und die für die Berechnung derselben angegebene Methode findet dabei ihre Anwendung.

Dergleichen Gewölbe sind auch schon im Stande, Fußboden zu tragen. Will man übrigens Lager für dieselben von Holz auflegen, so kann man solche auf Kragsteinen, die man in den Stirnräumen der Gewölbe aus den Mauern treten läßt, ruhen lassen, dann wird aber leicht eine solche Decke kostspieliger sein, wie eine Balkendecke.

Dreiundvierzigstes Kapitel.

Brückengewölbe.

Der Bau der Brücken hat in den neuesten Zeiten durch die Eisenbahnen eine sehr ausgedehnte Praxis erhalten.

Eine allen Erfordernissen entsprechende Brücke mit wohlfeilen, an allen Orten zu habenden Materialien erbauen zu können, ist heut zu Tag ein großes Verdienst eines Architekten, um so mehr, da so viele unvollkommne Brückenconstructionen, die besonders in Frankreich und England in den neuesten Zeiten gemacht worden sind, den Werth einer guten Brücke sehr ins Licht setzen.

Zunächst kommt zur Erbauung einer guten Brücke die Wahl eines guten Platzes für dieselbe in Betracht. Könnte man an einer Stromenge die Brücke ohne weitere Verengung des Flußbettes erbauen, wie dieses z. B. an einer Stelle, wo der Strom zwischen hohen und steilen Felsenufern flösse, mit einer Brücke die in einem Bogen das ganze Strombett überbaute, geschähe, so würde dieses ohne Zweifel sehr vortheilhaft sein. Dagegen aber wäre es sehr bedenklich, an einer solchen Stelle die Ufer durch Brückenpfeiler zu verengen, weil dadurch nothwendig Aufstauungen entstehen müssen, die bei Eisgängen und Wasserfluthen nicht nur für die Besitzer der oberhalb der Brücke liegenden Grundstücke, sondern auch für die neue Brücke selbst sehr nachtheilig werden können.

Es ist folglich nöthig, die Brücke an einer Stelle des Stromes anzubringen, wo solche Nachtheile nicht stattfinden können, d. h. an einem Ort, wo die Normalgröße des Durchlaßprofiles für großes und kleines Wasser nicht vermindert wird.

Kann dieser Bauplatz nun zugleich einen guten festen Grund haben und also ein Pfahlrost erspart werden, so ist dieses ein anderer wesentlicher Gewinn.

Nun kommt es, falls die Brücke mehr als einen Bogen haben soll, auf die Bestimmung der Stärke der Brückenpfeiler an; diese würden, besonders bei gleich großen Bogen, wenn es bloß nöthig wäre, dieselben im Gleichgewicht zu halten, gering genug sein können. Solche brauchen nicht größer zu sein, als nöthig wäre, um gegen die auf sie vertical wirkende Belastung eine hinreichende rückwirkende Kraft zu haben.

Aber es kommt auch in Betracht, daß diese Pfeiler nicht allein der Belastung durch die Bogen, sondern auch den Wasserfluthen und Eisgängen, besonders den bei Wasserfluthen so leicht an einer Hemmung entstehenden Eisaufstauungen genügend widerstehen.

Diese Gewalt aber auf theoretischem Wege durch irgend eine Berechnung zu ergründen, dürfte außerhalb der Grenzen der Möglichkeit sein; dagegen gibt es in den meisten Fällen Mittel, sich auf empirischen Wegen hierbei sicher zu stellen, indem man sich nach der Stärke der Pfeiler von Brücken zunächst über- und unterhalb der neuen Brücke richtet, insofern solche schon eine Reihe von Jahren sich dauerhaft erhalten haben.

Sind dergleichen Brücken aber nicht vorhanden, so bleibt nichts übrig, als Brücken über ähnliche Ströme unter ähnlichen Verhältnissen zu untersuchen und sich danach zu richten.

Zu den ähnlichen Verhältnissen gehört nun vor Allem die Aehnlichkeit der Baumaterialien; Pfeiler aus Quadersteinen widerstehen natürlich besser der Gewalt von Eisaufstauungen, als solche aus kleinen Bruchsteinen, oder aus Backsteinen, die in nördlichen Gegenden auch bei bester Beschaffenheit nach und nach immer vom Frost leiden müssen.

Außer der Stärke der Pfeiler muß nun auch ihre Form so bestimmt werden, daß solche nirgends scharfe Kanten haben, die durch das Eis beschädigt würden, so wenig wie solche Formen, die Eis und Wasser aufzuhalten geeignet sind. Man macht jetzt gewöhnlich die Brückenpfeiler oberhalb und unterhalb der Brücke, also an beiden Seiten, halbkreisförmig im Grundrisse, und schärft solche über dem höchsten Wasserstand kegelförmig zu.

Der wichtigste Gegenstand des Brückenbaues ist aber die Stärke der Brückengewölbe selbst. Dieselben können aus Quadern bestehen, und das sind die besten, oder sie können aus Bruchsteinen, aus Backsteinen oder aus gemischtem Material gemacht sein. Das Letztere ist zuläßig, wenn die Construction so gemacht wird, daß durch ungleiches Zusammensetzen der verschiedenen Materialien keine Nachtheile entstehen können. Diese können z. B. entstehen, wenn man die Stirnen der Bogen aus Quadern und das Innere der Wölbung aus Backsteinen macht, und selbst wenn dieses Innere aus Bruchsteinen zusammengesetzt wird, so ist das bedenklich.

Wenn man dagegen in eine Brückenwölbung aus Backsteinen nach deren ganzer Tiefe Durchzüge von Quadersteinen, die genau nach dem Fugenschnitt bearbeitet sind, anfertigen läßt, so gibt dieses eine sehr brauchbare Construction. Die Brücke von Castell Vecchio bei Verona über die Etsch, welche im Mittelalter erbaut ist, hat einen solchen Bogen, der 142 veronesische Fuß Spannung bei $35\frac{1}{2}$ v. F. Höhe hat (21 veronesische Fuß machen 20 Pariser Fuß). Die Kanten der Wölbung, der untere Theil der Brückenpfeiler und der Wölbung sind von Quadern, sonst aber ist Alles von Backsteinen, welche aber ebenfalls in dem oberen Theil der inneren Wölbung mit Streifen von Quadern durchzogen sind. Die Anfertigung der Kanten von Quadern ist wohl nur des Aussehens wegen geschehen; es ist die einzige nicht vortheilhafte Combination von Backstein und Sandstein an dieser Brücke, da sich dieselben ungleich setzen, bei den anderen Verbindungen kann dieses nicht stattfinden, besonders erscheinen aber die Quaderndurchzüge der inneren Wölbung zweckmäßig. Ponte nuovo (die neue Brücke) in Verona hat eine ganz gleiche Materialiencombination und eben solche Quaderndurchzüge, nur sind hier die oberen Kanten der Wölbung auch von Backsteinen und Quadern, nicht von den letzteren allein. Die Brücke hat drei Bogen, deren größter ungefähr 100 Cassler Fuß Spannung hat. Derselbe hat eben die beschriebene Construction und ist sehr alt, älter wie die beiden andern, hat aber noch ein sehr festes Ansehen.

Sowohl die Brücke von Castell vecchio, als Ponte nuovo sind nach Kreissegmenten construirt.

Nach dieser Linie ist auch eine nicht so gut erhaltene Brücke, die nördlich von Pesaro über die Foya führt, geformt. Sie besteht aus einem großen Bogen von 135 Casseler Fuß Spannung und ist ganz aus Backsteinen erbaut, hat aber nicht den Beweis geliefert, daß eine einfache Backsteinconstruction für solche weite Spannungen genüge, denn der Bogen hat sich so bedeutend gesetzt, daß die Reinheit der Bogenlinie ganz zu Grunde gegangen ist. Der Bogen ist nur 2 Fuß 3 Zoll dick (3 Backsteinlängen). Da die Senkungen desselben, wie es scheint, den Einsturz befürchten ließen, so hat man schon vor längerer Zeit einen zweiten Bogen untergefüttert und denselben durch eiserne Anker mit dem alten Bogen verbunden; der neue Bogen hat sich aber von dem alten um mehrere Zoll abgesetzt und ist überhaupt schadhafter, als der alte Bogen.

Und in der That war nichts Anderes möglich, denn bei einer Backsteinconstruction der Art, beträgt der Mörtel immer einen sehr bedeutenden Theil vom Ganzen, und wenn der Mörtel erhärtet, so vermindert er seinen Cubikinhalt, das Ganze muß sich also setzen.

Ebenso ist es aus gleichem Grunde sehr fehlerhaft, Brückenwölbungen und Wölbungen überhaupt aus unverbundenen Schichten übereinander zu erbauen. Es ist dieses eine übelverstandene Nachahmung einiger altrömischer Constructionen, die keineswegs empfehlenswerth sind. Man hat damit der Nothwendigkeit, keilförmig geformte Backsteine zu verwenden, aus dem Wege gehen wollen, weil besonders bei starken Bogen von geringer Spannung, wenn man Backsteine mit parallelen Flächen dazu verwendet, die Fugen beträchtlich keilförmig werden, also die Festigkeit des Bogens lediglich von der Cohäsion des Mörtels abhängt. Diese unverbundenen Schichten haben aber bei Verschiedenheit ihres Durchmessers eine ungleiche Anzahl von Fugen, setzen sich also verschieden, und zwar die obersten Schichten mehr wie die unteren, so daß jene durch diese an dem festen Zusammenschluß verhindert werden, und daher jene auf dieser ruhen und zuletzt nur noch die untere Schichte die oberen und alle auf denselben befindliche Belastung trägt; die denn dazu nicht stark genug ist, zusammenbricht und so den Einsturz des Ganzen nach sich zieht.

Der häufige Einsturz englischer und französischer Brücken in neuerer Zeit ist da, wo diese fehlerhafte Construction angewendet war, leicht erklärlich.

Nirgends dürfte man in vortrefflichen Backsteinconstructionen weiter sein, als in der neueren italienischen Bauart; ich habe darin niemals eine solche tadelnswerthe Zusammensetzung unverbundener Schichten gesehen.

In der T. I. F. 31, 32 und 33 habe ich drei Methoden, wie man Wölbungen in Verband mauern soll, angegeben. Die erste ist von der Brücke Ponte molle bei Rom, die zweite nach den Vorlegeblättern der Berliner Gewerbschule und die dritte eine der belgischen ähnliche, mit Verbesserung des Fehlers derselben, die Schichten in der Höhe unverbunden zu lassen. Keilförmige Backsteine sind dabei unerläßlich; bei der von mir angegebenen Construction sind auch zu den Gewölbstirnen außer sogenannten Dreiviertelsteinen Backsteine nöthig, welche bei gewöhnlicher Länge anderthalbmal die Breite der übrigen Steine haben; nur in der untersten und der obersten Schicht kommen dabei laufende Steine vor, die anderen sind alle stehend, aber auch die anderthalbmalige Breite habenden Steine der Stirnen, die zwischen den Läufern stehen.

Die Eisenbahnconstructionen haben die schiefen Brücken, d. h. solche, die Flüsse und Thalschluchten in schiefen Winkeln durchschneiden, sehr an die Tagesordnung gebracht, da man einer solchen Richtung leichter durch eine Chaussee,

als durch eine Eisenbahn aus dem Wege gehen kann, bei der enge Wegcurven unanwendbar sind.

Der Steinverband solcher schiefen Brücken hat hin und wieder die Techniker beschäftigt, da es einleuchtend ist, daß der gewöhnliche Steinverband aus keilförmig behauenen, mit der Richtung der Widerlagen rechtwinklichter Parallelopipeden auf schiefe Brücken nicht anwendbar sei, weil dabei diejenigen Gewölbtheile der Brücke, welche im Grundrisse außerhalb der auf ihre Widerlagen gefällten rechten Winkeln liegen, ohne Gegenhalt oder Widerlagen bleiben. Wenn man aber alle Steine nach der Schmiege, parallel mit der schiefen Richtung der Widerlagen bearbeitet, so ist dieses sehr kostspielig, sowohl durch die schwierigere und weitläufigere Arbeit, als auch durch den beträchtlichen Verlust an Material, wenn man Quadersteine dazu verwendet.

Es fragt sich überhaupt, ob schiefe Brücken durchaus nöthig seien?

Daß das Strombett unter einer Brücke in seinem Laufe nicht verändert werden dürfe, wenn man nicht Unterwaschungen der Brückenwiderlagen und Beschädigungen der Ufer erwarten will, das ist außer Zweifel; weßhalb ist es aber nothwendig, daß die Einfriedigungen der Ufer unter der Brücke zugleich auch die Widerlagen des Brückengewölbes bilden? — man gibt ihnen diese doppelte Bestimmung doch nur aus Oekonomie, wenn aber Fälle eintreten, wo keine Oekonomie, vielmehr Schaden damit verbunden ist, so wäre es doch widersinnig, erkünstelte und deßhalb in der Ausführung allemal bedenkliche Constructionen anzuwenden. Die Alten haben Künsteleien immer vermieden und waren doch vortreffliche Constructoren.

Es müssen also die Localverhältnisse, namentlich die örtlichen Preise von Materialien und Arbeitslohn, entscheiden, ob es vortheilhafter sei, wirklich schiefe Wölbungen zu construiren, oder ob es nicht wohlfeiler sei, für den Strom nach dessen Normalprofile und bis zur höchsten Steigung seiner Gewässer genau nach der Linie des Stromstriches besondere Wassermauern zu erbauen und alsdann die Wölbung in etwas größerer Weite auf besonderen Fundamenten und Widerlagen, die rechtwinklicht mit der Straße sind, aufzuführen. Die Brückenpfeiler erhalten alsdann ebensolche besondere Wassermauern, die aber zugleich der Schutz der Pfeiler gegen die Eisfluthen sind, so daß die Pfeiler selbst nicht stark zu sein brauchen.

Ist es aber vortheilhafter, die Wölbung schief zu construiren (T. I. F. 34), dann möchte die schraubenförmige Construction mit sägeförmigen Widerlagen vor allen Anderen empfehlenswerth erscheinen. Solche ist in Fig. 34 abgebildet und hat den großen Vortheil, daß sie bei vollkommner Festigkeit auch ökonomisch ist, da alle Steine im mittleren mit ihrer Oberfläche paralleler Durchschnitte rechtwinklicht sind.

Nach diesem Systeme hat Herr Oberbergrath Henschel in Cassel in der Nähe der großen Henschelschen Fabrikanstalt vor einigen Jahren eine Brücke von regelmäßig behauenen Bruchsteinen erbaut, welche bestimmt ist, Locomotiven und die schwersten Frachten, die aus der Fabrik kommen, zu tragen.

Man hat bei der Ausführung die Vorsicht genommen, alle Steine auf der Verschaalung des Lehrbogens, so wie sie successiv fertig wurden, sorgfältig in ihrer gehörigen Lage aufzustellen und erst als sie alle vollendet und richtig zusammengepaßt waren, ihre Fugen mit Cäment zu vergießen.

Der wichtigste Gegenstand des Brückenbaues ist die richtige Proportion des Gewölbes in Absicht auf dessen Form und Stärke. Hinsichtlich der Form gelten die schon gegebenen allgemeinen Regeln über die vortheilhaftesten Bogenlinien, in Absicht auf die Stärke aber treten folgende besondere Rücksichten ein.

Die Brücken werden am meisten belastet und erschüttert:

durch Frachtfuhrwerke gewöhnlicher Art;

durch Reiterzüge und unter denselben besonders durch geschlossene Cavaleriezüge in schneller Bewegung;

durch Fußgängerzüge und zwar, ehe es Eisenbahnzüge gab, am meisten durch gedrängt marschirende Infanteriezüge, welche regelmäßigen Schritt halten, und im geschwindesten Schritt sich bewegen;

durch Eisenbahnzüge und zwar am heftigsten an der Stelle, an welcher die Locomotive sich befindet, bei der schnellsten Bewegung, die man von derselben annehmen kann.

Um die verschiedenen Wirkungen zu vergleichen, will ich annehmen, daß solche über einen Brückenbogen, dessen beide Brechpunkte, die oben durchgängig mit K bezeichnet wurden, 26 Caßler Fuß von einander entfernt sind, eintreten, und soll sich die Belastung eben zwischen diesen Brechpuncten befinden. Diese Stelle der Brücke sei im Lichte 26 Caßler Fuß breit, daß also gerade zwei Eisenbahngeleise mit ihren Querschwellen nebeneinander Platz haben, und der belastete Raum 672 Quadratfuß hätte.

Auf diesem Raum können zwei Frachtwagen, jeder von sechs Pferden, gezogen und danach belastet, Platz finden, so daß jedoch nur acht Pferde noch auf dem Raume befindlich sind.

Das Gewicht der beiden Frachtwagen und ihrer Ladungen, sowie der acht Pferde, wird man nicht höher als 220 Zoll Centner annehmen können, die Geschwindigkeit, mit der solche Wagen sich bewegen, dürfte nicht leicht über 10,000 Caßler Fuß in der Zeitstunde betragen, Last und Geschwindigkeit mit einander multiplizirt würden also = 2,200,000 geben.

Einen Cavaleristen mit einem Pferde wird man höchstens zu sieben und einem halben Zoll Centner taxiren können, und die Geschwindigkeit, mit der er sich im Galopp bewegt, nicht über 50,000 C. F. in der Zeitstunde, auf den angenommenen 672 Quadratfuß werden höchstens 32 Cavaleristen befindlich sein können (im Galopp wohl kaum soviel) machten 240 Zoll Centner mit 50,000 multiplizirt, gibt 12,000,000.

Infanteristen werden auf diesem Raum 360 sich bewegen können, wird jeder Mann mit Waffen und Gepäck zu $1^1/_2$ Zoll Centner angenommen, so gibt dieses 540 Zoll Centner, nimmt man dazu als schnellste Bewegung derselben 16,000 C. F. in der Zeitstunde, so gibt dieses 8,640,000.

Auf demselben Raum werden nebeneinander zwei Locomotive, die ohne die Tender um und bei 26 C. F. lang sind, Platz haben; rechnet man nun beide zusammen einschließlich des Wasservorrathes und der Kohlen, die sie enthalten, zu 1000 Zoll Centner Schwere und die größte Geschwindigkeit, die bei einigermaßen vorsichtigem Fahren auf der Brücke vorkommen kann, zu 156,000 C. F. in der Zeitstunde, so kommt die ungeheure Zahl von 156,000,000 heraus.

Man wird diese Zahlen nicht mißverstehen, sie drücken keine Centner aus, sie geben nur Maaßgabe des Vergleiches, mit der solche Belastungen wirken, und so ergibt sich z. B., daß die zwei Locomotive bei der angenommenen Geschwindigkeit mehr als 70 mal so viel Druck auf die Brückenstelle ausüben, wie zwei schwerbeladene sechsspännige Frachtwagen.

Wollte man annehmen, daß bei der langsamen Bewegung der Frachtwagen, der durch dieselbe entstehende Zuwachs ihres Druckes, in Centnergewicht ausgedrückt, noch unbedeutend sei, so daß der Druck erst bei schnellerer Bewegung sich zu vermehren anfange, so wäre, da die Locomotiven 15,6 mal geschwinder sich bewegen sollen, wie die Frachtwagen, der wirkliche Druck, den diese letzteren

ausüben 15,6 × 1000 = 15,600 Zoll Centner. Es ist aber mehr, denn auch die langsame Bewegung der Frachtwagen vermehrt schon etwas den Druck.

Außerdem ist die Art und Weise, wie eine solche Belastung wirkt, zu berücksichtigen.

Bei dem Frachtwagen wirkt dieselbe, bis sie durch die Bedeckung der Wölbungen gelangt, auf diese letzteren nach Beschaffenheit der Brückenbahn mehr oder weniger gleichförmig; ist die Brückenbahn nicht sehr eben, so kann man wohl eine zitternde Bewegung der Brücke annehmen; aber es ist nicht zu übersehen, daß wenn auch die Bewegung ziemlich gleichförmig ist, die Vertheilung des Druckes nicht sehr gleichförmig ist, indem er sich hauptsächlich auf den Stellen befindet, wo die Räder und die Pferde die Bahn berühren.

Gleichförmiger und mehr vertheilt ist der Druck, den eine Cavalerieabtheilung ausübt, denn die Pferde halten nicht Tritt.

Aber dieses thut eine regelmäßig marschirende Infanterieabtheilung und wenn man annehmen könnte, daß sich im Moment des Auftretens der Druck um die Hälfte vermehrte, so entstände ein größerer Druck als bei dem Passiren der Cavalerieabtheilung; es dürfte diese Druckvermehrungsannahme nicht weit von der Richtigkeit entfernt sein.

Bei der Passage der Eisenbahnzüge ist die Bewegung die gleichförmigste und die Vertheilung des Druckes ziemlich gleichförmig, denn wenn derselbe auch hauptsächlich unter den Berührungspunkten der Räder liegt, so vertheilt sich doch deren Druck auf die ganze Länge der Schienen und dadurch wieder auf die Schwellen, welche die Vertheilung fortsetzen.

Wenn die Entfernung der Brechpunkte der Wölbung bei K 26 Fuß beträgt, und die Wölbung einen Halbkreis bildet, so macht die Spannung der Bogen, von Mitte zur Mitte der Wölbung gerechnet, nahe 37 Fuß. Ist nun die Wölbung von Backsteinen construirt und beruht also ihre Festigkeit auf der Cohäsion des Mörtels, so ergibt die oben erörterte Berechnung für den Druck der beschriebenen Locomotiven, angenommen, daß solcher bei der angegebenen Geschwindigkeit auch nur 15600 Zoll-Centner beträgt, nicht weniger als eine Dicke von 101 Zoll (8 Fuß 5 Zoll) an den beiden Brechpuncten wie im Scheitel der Wölbung, wobei das Gewicht des Gewölbbogen selbst noch nicht einmal zu der Belastung gerechnet ist; demungeachtet ist dieses weit mehr, als bei den Eisenbahnbrücken auf diese Spannung gewöhnlich in Berechnung genommen wird.*) Ich rechne dabei auf die Cohäsionskraft von Cämentmörtel und nehme an, daß sie der Cohäsionskraft von Gypsmörtel gleichkommt. Der Cäment ist aber an allen Orten verschieden, so daß hiebei dessen Beschaffenheit Modificationen macht, wird aber Kalkmörtel verwendet, so wäre, da sich dessen Cohäsion zu der des Gypses wie 9 zu 17 verhält, noch eine weit größere Gewölbdicke nöthig.

Wenn man nun fragt, warum nicht schon alle diejenigen Brücken auf Eisenbahnen, welche nicht so stark gebaut sind, eingestürzt seien, so kommt dieses daher, weil sie noch nicht einer so starken Einwirkung der Eisenbahnzüge ausgesetzt gewesen sind, wie diejenige ist, welche ich, um den schlimmsten Fall zu berechnen, annehmen mußte. Setzt man z. B. voraus, daß sich niemals zwei Locomotiven auf der Brücke begegnen werden, so hat man statt 8 Fuß 5 Zoll Dicke nur 4 Fuß $2^1/_2$ Zoll Dicke nöthig, nimmt man ferner an, daß ein Eisenbahnzug nie

---

*) Wenn die Cohäsion auf den Pariser Quadratfuß 50 Pariser Pfund beträgt, so macht sie auf den Cassel'schen Quadratfuß 46,59 Zollpfund. Ich habe zur Vereinfachung der Rechnung nur 44 Zollpfund oder $^2/_5$ Zollcentner angenommen.

mit einer Geschwindigkeit von sechs Meilen, sondern höchstens von 3 Meilen in der Zeitstunde fährt, so ist nur die Hälfte von 4 Fuß $2\frac{1}{2}$ Zoll, also 2 Fuß $1\frac{1}{4}$ Zoll Gewölbdicke auf die Weite von 37 Fuß Spannung der Gewölbemittellinie nöthig, zu welchen Maaßen dann noch die Verstärkung, welche der Druck der eigenen Schwere der Wölbung fordert, kommt, so daß diese hinzugerechnet, in dem letzteren Falle ungefähr das übliche Maaß herauskommt, woraus denn folgt, daß Brücken, welche nach demselben für Eisenbahnzüge erbaut sind, nur so lange stehen können, wie sie mit großer Vorsicht benutzt werden, daß sie aber bei Hintansetzung derselben in größter Gefahr sind. Uebrigens ist auch unter der Locomotive ein stärkerer Druck wie unter einem Personen- oder Güterwagen und es ist deßhalb bei größeren Dimensionen als 26 Fuß der Druck, der sich auf dieselben vertheilt, nicht so bedeutend an jeder Stelle. Es kam hier darauf an, den schlimmsten denkbaren Fall zu erwägen.

Freilich führt dieses Prinzip der Berücksichtigung des schlimmsten Falles zu sehr starken und deßhalb in der ersten Anlage kostspieligen Constructionen, aber man muß diesen Fall wenigstens kennen, um ihm, wo nicht durch eine solche Construction, auf andere Art vorzubeugen.

Vierundvierzigstes Kapitel.

Tunnelgewölbe.

Eben bei diesen Gewölben ist die Berücksichtigung des schlimmsten Falles unabweisbar.

Ein Tunnel wie der, den Brunel unter der Themse in London gebaut hat, wird nicht wieder gebaut werden, und man würde denselben nicht begonnen haben, wenn man seine Schwierigkeiten vorhergesehen hätte; allein derselbe hat die große Erfahrung für unsere Zeit geliefert, daß solche Bauausführungen selbst unter den allerschwierigsten Verhältnissen möglich seien und dieses war ungemein wichtig bei der späteren Verbreitung der Eisenbahnen, wo man freilich nie Tunnel unter Flüssen, wohl aber durch manichfaltige Gebirgsarten zu führen veranlaßt war.

Die Kenntniß und richtige Beurtheilung dieser Gebirgsarten ist aber das nächste, was bei den Tunnelbauten nöthig ist, und insofern gehören dieselben in den Bereich der Bergwerkswissenschaft, die Bauausführung selbst aber, sowohl die großartigen, gewöhnlich vor den Tunneleingängen nöthigen Einschnitte, als auch ihre Unterfangung und Untermauerung machen so wesentliche architektonische Kenntnisse nöthig, daß die eigentliche Ausführung des Tunnelbaues auch der Baukunst angehört.

Es gibt viele Gebirgsverhältnisse, bei denen die Herstellung eines Tunnels nichts anderes erfordert als die Ausräumung oder, wie die Bergleute sagen, Ausschachtung des Gebirges, dahin gehören Muschelkalk, Sandstein, Gneuß und Granitformationen, die oft so beschaffen sein können, daß sie keine Untermauerungen bedürfen: es kommt nur alles darauf an, ob solche nicht innere Absonderungen haben, welche sich bei der Ausräumung des Tunnels von dem Gebirge trennen und dessen Einsturz hervorbringen können; es ist aber keine gerin-

Schwierigkeit, dergleichen bei dem Beginne eines Tunnelbaues vorher zu sehen. Indessen läßt sich nach dem äußeren Vorkommen des Gesteins schon vieles auf seine innere Beschaffenheit schließen und der vorsichtige Baumeister und Ingenieur thut daher wohl, bei einigermaßen verdächtigen Umständen für den schlimmsten Fall Projekt und Anschlag einzurichten.

Diese Absonderungen sind nun eben der schlimmste Fall, der in hartem Gestein vorkommen kann, und zwar wenn sie vertical oder in einer schrägen von der verticalen wenig abweichenden Richtung auf das Mauerwerk drücken, den ganzen Raum zwischen den beiden Brechpunkten K der Wölbung einnehmen und eine Form haben, die das Gestein nicht hindert, sich auf das Gewölbe herabzusenken. In diesem Falle ist es nun nöthig, die größte Belastung, welche eine solche Absonderung auf das Gewölbe ausüben kann, und hiernach die Gewölbstärke zu berechnen, auf dieselbe Weise, wie es bei den Brücken gezeigt ist.

Verschieden von dieser Einwirkung ist diejenige von Erdmassen über dem Tunnelgewölbe; wären solche auf dasselbe geschüttet, so läßt sich die Aufschüttung, welche innerhalb der Gränzen liegt, wo sie die Wölbung belasten kann, ebensowohl berechnen und darnach die Gewölbdicke finden.

Sind die Erdmassen nicht aufgefüllt, vielmehr gewachsener Boden, so ist der Druck wieder verschieden. Man kann nicht annehmen, daß das Mauerwerk des Tunnels bei den vielen Mörtelfugen, die es hat, sich nicht etwas zusammensetzen sollte. Dieses kann aber nicht geschehen, ohne daß sich der Scheitel der Wölbung von dem Gebirge ablöst und also ein Zwischenraum entsteht; ist nun die Cohäsion des Erdboden daselbst so groß, daß sich derselbe nicht nachsenkt, so war die Untermauerung im Grunde überflüssig, senkt sich aber der Boden nach, so entstehen Ausschaalungen oder Auskesselungen, wie die Bergleute dergleichen nennen, die sich nach oben immer mehr vergrößern, bis nach und nach, wenn schon nach längerer Zeit und selbst nach Jahren die ganze Höhe der Erdmasse auf der Wölbung ruht und ein belastendes Prisma bildet, dessen Höhe der Berg über dem Tunnel und dessen Seiten, die nach der Beschaffenheit des Erdbodens entstehenden Rißlinien sind, (siehe oben im ersten Abschnitt im 4ten Kapitel Terrassiren). Auch diese Masse steht, so weit sie auf dem Gewölbstück zwischen den Brechpunkten K liegt und darauf drückt, zu berechnen und ist nun danach die Gewölbdicke einzurichten.

Am schwierigsten ist die Ausmittelung der Belastung der Tunnelgewölbe durch eine Gebirgsart, welche Triebsand enthält, indem sich selbst, wenn man die Stärke der Triebsandlagen ermittelte, doch danach kein sicherer Schluß auf ihre Einwirkung und die ihnen nachfolgende Einwirkung des übrigen Gebirges machen läßt; indessen läßt sich doch nicht leicht denken, wie diese Einwirkungen noch stärker sein sollten, wie diejenige ist, welche das Gebirge ausübt, wenn es aus einer lockeren Masse im Ganzen besteht: wenn man also auf diese letztere rechnet, so wird man auch für den Triebsand eine hinlängliche Stärke bekommen.

Nur kommt bei dem Triebsand gar sehr in Betracht, daß er nicht nur auf das Gewölbe von oben, sondern auch gegen die Widerlagsmauern drückt, die er nach dem inneren Raume der Wölbung zu schieben sucht und daß er ebenso aus der Grundfläche oder sogenannten Sohle des Tunnels emporquillt.

Bei Tunneln in vollkommen festem Gestein bedarf es gar keiner Ausmauerung, bei einigermaßen festem Gestein können oftmals die Widerlagsmauern entbehrlich sein, wenn dasselbe dem Gewölbe einen festen Anhalt zu geben im Stande ist; bei lockerem Erdboden sind die Widerlagen unentbehrlich und oft schon bei diesem Boden, allemal aber bei Triebsand sind Sohlbogen erforderlich.

Diese schließen nun das Tunnelgewölbe gleichsam zu einer Röhre zusammen, wodurch es die größte Stärke bekommt.

T. I. F. 35 u. 36 sind diese verschiedenen Constructionen abgebildet.

Wenn man übrigens jetzt schon Brücken aus schwebenden colossalen gußeisernen Röhren in Tunnelgestalt erbaut hat, so ist die Herstellung von Tunneln aus denselben Stoffen auf festem Lande noch viel wahrscheinlicher ausführbar und könnten dadurch möglicher Weise alle Richtstollen und innern Auszimmerungen erspart werden.

Ich habe schon oben bei den Brückenconstructionen die Nachtheile der Zusammensetzung der Gewölbe aus unverbundenen Schichten oder Lagen von Backsteinen gezeigt; ebenso nachtheilig, ja im höchsten Grade nachtheilig, sind sie bei Tunnelgewölben, wenn schon die Verwendung gut gebrannter Backsteine zu Tunnelgewölben recht wohl thunlich und selbst in dem Falle, worin die Gebirgsart eine Ausräumung, wie sie zur Manipulation behauener großer Bruchsteine nöthig ist, nicht zuläßt, unentbehrlich ist.

Fünfundvierzigstes Kapitel.

Treppengewölbe.

Steinerne Treppen im Inneren der Gebäude werden selten nach der ganzen Grundfläche, auf der sie ruhen, fundamentirt, weil sie gewöhnlich Stockwerksweise übereinander weggeführt werden; sie haben daher Gewölbeconstructionen.

Diese können einmal gewöhnliche Unterwölbungen von Backsteinen oder Bruchsteinen sein, auf denen die Stufen von dergleichen Material aufgemauert und mit Holztafeln oder Steinplatten in der Form des Auftrittes bedeckt werden, oder es können die Stufen selbst, aus Quadersteinen bestehend, das Gewölbe bilden, indem sie keilförmig als Gewölbsteine zusammengesetzt sind und so frei tragen.

In dem ersten Fall ist es nöthig, die Stärke des Gewölbes, welches die Treppen trägt, so zu proportioniren, daß es im Stande sei, nicht nur sich selbst und die Treppenstufen, sondern auch die größtmöglichste Belastung der Treppe, z. B. ein dichtes Gedränge von Menschen, an den Stellen zwischen den Brechpunkten des Gewölbes zu tragen.

Die Methode, wie diese Proportion berechnet wird, ist im Vorhergehenden hinlänglich angegeben, und sie ist auch auf die Berechnung der aus Quadernstufen gewölbten Treppen anwendbar, indem dabei die Berührungsflächen der Stufen in ihren Gewölbschnittfugen die Maaßgabe der Festigkeit, geben; allerdings wird der Quadersteinbogen eine größere Festigkeit, wie der aus Backsteinen zusammengesetzte Bogen haben, weil er aus großen Steinen von einer festen Masse besteht, so, daß, wenn die Schnittfugen richtig vertheilt sind, ein Brechen im Scheitelpunkt nicht möglich ist, ohne daß der daselbst befindliche Schlußstein zerbricht, sowie auch ein gleiches in den Brechpunkten an beiden Seiten der Gewölbe stattfinden wird, wenn hier die Gewölbsteine so vertheilt sind, daß diese Brechpunkte nicht in Schnittfugen, sondern in der Mitte von Gewölbsteinen liegen.

Die mehr oder weniger künstliche Form der Treppen mit ihren Wendungen, Ruheplätzen und Widerkehrungen, bringt nun auch mehr oder weniger künstliche Zusammensetzungen der Wölbungen hervor. Solche speciell hier zu erläutern, würde zu weit führen, aber die allgemeinen gegebenen Regeln werden auch Richtschnur für einzelne complicirte Fälle geben, besonders aber wird die Hauptregel, daß der Gewölbfugenschnitt mit der Tangente des Bogen an dem Punkte, wo er ihn berührt, stets einen rechten Winkel machen müsse, gleichsam als Fundamentalgeheimniß alles Gewölbsteinschnitts zu betrachten sein.

Fünfter Abschnitt.

Gegliederte und gemusterte Arbeiten von Stein.

Sechsundvierzigstes Kapitel.

Gesimse von Stein, Altane.

Die ursprüngliche Idee eines jeden Gesimses, sei es von Stein oder von anderem Material, ist, eine Ableitung des Regenwassers zu bilden und sich selbst oder einen vorstehenden Gegenstand frei zu tragen: beide Zwecke haben Gesimse und Ausladungen an dem Aeußeren der Gebäude, Gesimse im Innern können nur den letzteren haben. Verzierung ist nicht ursprünglicher Endzweck der Gesimse, sie sind eben so wie viele andere, oft nur zur Verzierung mißbrauchte, Architekturtheile, wesentliche Stücke eines Gebäudes und es ist ungereimt, dieselben an Stellen anzubringen, wo sie weder den einen noch den andern Zweck erfüllen.

Die Gesimse der Bauarten des Alterthums tragen auch alle den Charakter dieser Bestimmung an sich, und eben die Zweckmäßigkeit ihrer Formen ist ihre Schönheit. Allerdings ist auch diese nie aus den Augen gelassen und einzelne Gliederungen haben deßhalb den Zweck, die nothwendige Form auf eine Weise darzustellen, welche dem Auge wohlgefällig ist; dahin gehören z. B. alle Gliederungen, welche dazu dienen, um Steinfugen zu verstecken.

In den Bauarten späterer Zeiten ist freilich sehr oft die Zweckmäßigkeit des Ortes und der Form vergessen und die Verzierung als das wesentlichste Motiv der Gesimse betrachtet, und so kam es, daß gerade die wesentlichsten Theile der älteren Gesimse, z. B. die sogenannten Wassernassen der Ausladungen, ganz oder theilweis wegblieben, weil sie schwer zu arbeiten waren und ihre Zweckmäßigkeit nicht hinreichend erkannt wurde.

Auf die einfachste Weise wollte man die bezeichneten Zwecke an dem Hauptgesimse altägyptischer Tempel erreichen. Eine große einfache Hohlleiste, die sich oben in ein kantiges Stäbchen endigte, sollte die Ableitung des Regenwassers auf einfache Weise bewirken und sie konnte dieses auch, wenn sie oben an dem Stäbchen sich wieder herabneigte, so daß der Regentropfen, wenn er an derselben herablaufen wollte, wieder etwas in die Höhe steigen mußte. Nach den Abbildungen, die man von diesen Gebäuden hat, scheint dieses gar nicht oder nur sehr wenig stattgefunden zu haben; auch hatte diese Form den Nachtheil, daß sie schlecht trug; als man daher bei den griechischen Gebäuden schwere Steinplatten, die das Dach bildeten, auf diese Ausladung legen mußte, war man veranlaßt, auf andere Formen zu denken. Man ließ das Dachgesimse in einer großen Masse heraustreten, an deren oberer Kante man kleine Gliederungen zur Ableitung des Regenwassers schicklich geformt heraustreten ließ, während man unter jener größeren Ausladung eine bedeutende Wassernasse anbrachte und an derselben wieder mehrere kleinere Gliederungen zur Unterstützung der größeren Ausladung, der sogenannten hängenden Platte, anbrachte. Dieses sind die Hauptmotive des oberen Theiles aller griechischen und römischen Gesimse über Mauern und Säulen, oder der sogenannten Karniesgesimse. In T. I. Fig. 37 ist das Hauptgesims des choragischen Monuments des Thrasillus an der Akropolis von Athen nebst einem der dasselbe tragenden Pilaster abgebildet, welches das eben Gesagte erläutert.

Das unter dem Karniesgesimse befindliche sogenannte Fries war gewöhnlich am meisten verziert, weil daselbst die Verzierungen am besten gegen Feuchtigkeit und Verwitterung gesichert waren; da solches auch die Quadernverbindung von der Fronte nach der Tiefe des Gebäudes aufnehmen mußte, so gab dieses Gelegenheit zu der Bildung der sogenannten Triglyphen oder Dreischlitze.

Die unter dem Fries befindliche dritte Gesimsabtheilung oder das Architrav konnte nicht aus einem Stein mit dem Fries bestehen, und es wurde deßhalb zwischen Fries und Architrav eine kleine Gliederung angebracht, um die Steinfuge zu verstecken.

Auch bei den Ausladungen der Säulen und Wandpfeiler (Pilaster) findet man gleiche Motive wie eben das oben gegebene Beispiel des Pilasters an dem Monument des Thrasillus deutlich genug zeigt.

Man könnte die verschiedenen Ausladungen in drei Classen bringen: nämlich in solche, die bestimmt sind, das Regenwasser abzuleiten, in solche, die dazu dienen um zu tragen und zu unterstützen, und endlich in solche, die den Zweck haben, Steinfugen zu verbergen; allein öfters hat eine Ausladung mehrere von diesen Zwecken zugleich und denselben entsprechende Formen.

Wenn sich nun nach diesen Grundprinzipien für die Form der Gesimse schon wesentliche Anleitung ergibt, so ist nun auch außerdem für die Zusammensetzung oder vielmehr Erbauung der Gesimse Vorschrift nöthig.

Die Architrave dienen zur Vereinigung von Säulen und Wandpfeilern und ist ihre einfachste Construction, dieselben aus ganzen Quaderstücken, welche von Säulen oder Pfeiler-Mitte zu Säulen oder Pfeiler-Mitte reichen, zu construiren, wobei nur auf den Ecken die beiden zusammenstoßenden Steine im Grundr[illegible]

richtig gestaltet werden müssen, wie solches in Fig. 38 angegeben ist. (T. I. Fig. 38 u. 40.) Es kann aber bei Architraven über freistehenden Säulen der Fall eintreten, daß solche weiter freitragen müssen, wie dieses die Tragfähigkeit des Steines (hier seine relative Festigkeit) erlaubt. In diesem Fall ist eine Eisenconstruction nothwendig.

Die gewöhnliche Methode ist diejenige, ein solches Architrav aus einem wagerechten Gewölbe zu bilden, dessen einzelne Keilsteine durch sogenannte S verbunden werden, während die Säulen selbst auf einander verankert werden.

Aber eine viel einfachere und nach meiner Meinung viel zweckmäßigere Verbindung ist diejenige, welche nach der Angabe des Oberbergrath Henschel an dem neuen Palast des Kurfürsten in Cassel, in dem vor demselben stehenden altdorischen Prostylon, ausgeführt ist. Es besteht darin, jedes Architrav aus zwei hochkantigen Platten zu bilden, die also vor einander gestellt sind, daß sie in der Mitte durch einen starken eisernen Bogen unterstützt und zusammengehalten werden, der in beiden Platten eingelassen ist.

Die natürliche Construction des Frieses bei Säulenstellungen (T. I. Fig. 40.) ist in Fig. 40 abgebildet und stimmen damit manche Constructionen des Alterthums, soviel man aus den Ruinen derselben schließen kann, überein.

Der moderne Gebrauch der Säulenordnungen hat aber freilich eine andere Praxis der Construction eingeführt, indem auch die Architraven zur Verbindung der Fronten in die Tiefe des Gebäudes verwendet und auf dieselben diejenigen Steinconstructionen gelegt werden, welche die Untersichten der Decken oder die sogenannten Soffiten bilden, wie dieses in T. I. F. 28 dargestellt ist. Hierbei kann nun eben wohl die Weite, auf welche Architrave und Soffiten frei tragen müssen, Eisenconstructionen nöthig machen. Dabei compliciren sich die Steinconstructionen, indem man sich bemühen muß, die freitragenden Zusammensetzungen so wenig als möglich zu belasten: eine Rücksicht die noch künstlichere Constructionen hervorruft, wenn über der Säulenstellung massive Giebelfelder und Bedachungen, sogenannte Frontons, errichtet werden sollen.

Zu den Gliederungen, welche vorzugsweise den Zweck haben zu tragen, gehören auch die sogenannten Kragsteine oder Consolen, sowohl diejenigen, welche in den Karniesgesimsen als sogenannte Sparrenköpfe vorkommen, als auch diejenigen, welche dazu dienen, um Altane und vorstehende Mauern zu tragen. Ihre Form ist desto zweckmäßiger und deßhalb nach meiner Meinung auch desto schöner, je mehr sie diesen Motiven entspricht.

Es versteht sich von selbst, daß die Kragsteine, welche eine Last tragen sollen, einen derselben verhältnißmäßigen Aufstand bekommen, so daß sie, so weit sie aufstehen und nicht freitragen durch die Mauer in der sie stehen, hinreichend belastet sind, um der Last, die sie freitragen, ein hinreichendes Gegengewicht zu halten; auch wird darin nicht leicht ein Fehler gemacht werden. Dagegen habe ich es mehrmals erlebt, daß man bei der Versetzung von Dachgesimsen denselben eine so geringe Auflage gab, daß sie herabfielen. Die Berechnung, wie man dieses vermeiden kann ist leicht und muß man sie nicht allein in das Gleichgewicht setzen, sondern auch so einrichten, daß eine auf der Ausladung entstehende mögliche Belastung dieselben nicht aus der Lage bringen könne.

Altanen sind nichts anderes als weit vorspringende Gesimse, die deßhalb gewöhnlich mit Kragsteinen unterstützt werden. Man muß bei denselben nicht allein ihr eigenes Gewicht, sondern auch ihre mögliche Belastung mit Personen in Rechnung nehmen, um sicher zu sein, daß man einen genügenden Gegendruck für ihre Festigkeit habe.

Da es sehr schwer ist, Steinfugen in dem Fußboden der Altanen wasserdicht zu erhalten, dabei auch Metallbedeckungen unbequem, kostspielig und nicht

dauerhaft sind, so ist es zweckmäßig einen solchen Altanen-Fußboden aus Einem Stein, d. h. einer durchgehenden Platte zu machen.

Siebenundvierzigstes Kapitel.

Plattenbeläge und steinerne Fußboden, Dächer von Stein-constructionen.

Der Fußboden von Stein ist im Norden nicht so beliebt, wie im Süden, wo man Fußboden von Holz kaum kennt, während man im Norden Fußboden von Stein nur da anwendet, wo hölzerne verfaulen würden, also unter freiem Himmel, oder wo diese wegen starker Abnutzung nicht lange dauern würden, z. B. auf Hausfluren und Gängen.

Fußboden von Backsteinen erfordern besonders gut gebrannte und regelmäßig geformte Steine und einen guten Cäment oder Mörtel, um sie fest zu legen. Backsteine von gewöhnlicher oblonger Form werden am besten kornährenweis gelegt, wie T. I. Fig. 4 zeigt. Außerdem hat man aber auch manigfaltige Formen, durch welche man dem Auge wohlgefällige Muster hervorbringen kann. Auch gibt es Steine, in denen schon Muster von verschieden gefärbtem Thone eingelegt und eingebrannt sind.

Sandsteinbeplattungen erfordern ein Material, was nicht allzu weich ist und sich nicht zu leicht abtritt, deßhalb auch Kanten hält; besonders muß man beachten, daß man, wenn man Steinplatten von verschiedenen Farben wählt, um damit Muster hervorzubringen, nicht Steine aus verschiedenen Steinbrüchen, die von ungleicher Härte sind, wählt; ich habe den Fußboden einer Kirche erneuern lassen, wo alle weiße Steine ausgetreten waren, während die rothen Steine fast unversehrt waren; ich ließ darauf Steine aus einem und demselben Bruche nach der Farbe, die darin bald weiß, bald roth war, sortiren und hat sich der daraus gemachte Plattenbelag gut gehalten.

Auch sind nicht alle Arten von Steinplatten gut rein halten und muß diese Eigenschaft ebenwohl bei ihrer Auswahl berücksichtigt werden.

Man kann auch sowohl in Backstein- als Bruchstein-Fußboden einzelne Stellen, welche regelmäßige Muster bilden, mit Cäment ausfüllen und dadurch eine wohlfeile Mannigfaltigkeit hervorbringen, nur muß man auch hierbei die Ueberzeugung haben, daß Cäment und Stein von gleicher Dauerhaftigkeit seien.

Plattenbeläge über Platteformen sind auf keine Weise in den Fugen wasserdicht zu erhalten, da sich die Ausdehnung der einzelnen Platten bei Temperaturveränderungen ebenwohl ändert und also die Fugen nicht geschlossen werden können. Alle Verkittungen, die man bis jetzt kennt, sind dazu ungenügend und sollte man auch eine solche z. B. die Gutta Percha auffinden, welche elastisch genug wäre, um bei der Zusammenziehung des Steines nachzugeben und an demselben hängen zu bleiben, so ist es doch sehr unwahrscheinlich, daß ein solcher Kitt seine Elastizität in der Witterung lange behalten werde.

Es ist also keine andere wasserdichte Plattenbedeckung von Gebäuden praktisch als eine solche, die aus einzelnen, nicht zusammen verkitteten, noch irgend ihrer Ausdehnung oder Zusammenziehung gehinderten Steinplatten besteht, wel

nach einem hinreichenden Fall gelegt sind und soviel überschoben sind, um das Regenwasser genügend abzuleiten.

Es entsteht auf diese Weise die steinerne Dachbedeckung, welche in älterer und neuerer Zeit oftmals und an den prächtigsten Gebäuden angewendet worden ist. So soll das Dach des Tempels des Jupiters zu Olympia mit Platten aus penteliſchem Marmor bedeckt gewesen sein.

Noch will ich eines Versuches erwähnen, den ich mit einer solchen Plattenbedeckung gemacht habe und der es beweisen mag, wie schwer es ist, solche Plattenbeläge fugendicht zu verkitten.

Ich ließ nämlich ein kleines Gartengebäude (ein Geschirrhaus in Form einer kleinen Ruine) mit zwei Sandsteinplatten bedecken, an der einzigen stattfindenden Fuge ließ ich an jeder Platte eine Erhöhung in Form eines Viertelsstabes anbringen, damit das Regenwasser nicht nach der Fuge hin ziehe, vielmehr in anderer Richtung nach dem übrigens sehr geringen Abfall der Platten ziehen möge. Zugleich ließ ich in jede der beiden Platten, wie es die Figur zeigt, eine Vertiefung oder sogenannte Nuthe arbeiten, diese und die Fuge im Ganzen mit Cämentmörtel ausfüllen, aber hierauf sogleich, ehe der Cäment erhärten konnte, eine dünne eiserne Lamelle in der ganzen Länge der Platten eintreiben, die gleichsam die sogenannte Nuthenfeder bildete. Es war dabei nicht nur meine Absicht, die Fuge vollkommen dicht auszufüllen, sondern ich setzte voraus, daß, da sich Stein, Cäment und Eisen sehr fest vereinigen, wie man z. B. beim Vergießen eiserner Stäbe mit Cäment in Sandsteinquadern sieht, durch das Zusammenrosten des Cämentes mit dem Eisen eine Verkittung, die noch fester und härter als der Stein selbst werden würde, entstehen sollte, und die dann um so mehr halten konnte, da eine Ausdehnung und Zusammenziehung der Platten wenigstens nach den Außenseiten des kleinen Gebäudes dadurch nicht verhindert wurde.

Aber der Erfolg entsprach dieser Erwartung nicht, die Fuge blieb nicht wasserdicht und freilich konnte und wollte ich der Ausdehnung der Steine an der Fuge nach deren Länge nichts entgegensetzen, da zu hoffen war, daß sich der Stoff der Fugenausfüllung ziemlich in gleichem Maaße ausdehnen werde, was sich nicht bestätigte. Zugleich bemerkte ich, daß die Steinplatten auch etwas Feuchtigkeit filtrirten.

Ein an anderem Ort gemachter Versuch, Steinplatten keilförmig an einander zu legen, so daß wenn die Fugen durch Temperaturwechsel undicht geworden waren, sie sich durch das eigene Gewicht der Steinplatten wieder dicht drücken mußten, fiel fast günstiger aus. Die Fugen waren mit Cäment ausgefüllt und oben die Platten im Ganzen mit einer Cämentlage und darüber etwa $1^1/_3$ Fuß hoch mit Thon und Erde bedeckt. Die meisten Fugen blieben wirklich wasserdicht, nur an wenigen Punkten drang das Wasser durch, wo aber auch alle angewendete Mühe, sie von unten durch Ausstreichen mit Cämentmörtel zu dichten, nur eine Zeitlang half. Dagegen war eine höhere Erdauffüllung von gutem Erfolg, dieselbe mußte nur dicht gehalten werden.

Achtundvierzigstes Kapitel.

Marmorarbeiten, Schneiden, Schleifen und Poliren derselben, musivische Arbeiten.

Marmorarbeiten sind eigentlich die höhere Potenz der Steinhauerarbeiten, indem hierbei Bearbeiten und Versetzen mit einer größeren Präcision und Sorgfalt geschehen muß, wie bei gewöhnlichen Steinarten, weßhalb sich auch der Steinhauer zum Marmor viel feinerer Werkzeuge als zu gewöhnlichen Steinarten bedient. Weicher als Marmor ist der Alabaster, härter als Marmor der Granit und der Porphyr. Die Kostbarkeit des Materiales ist die Ursache, daß der Marmor gewöhnlich nur incrustirt, nicht aber damit massiv gebauet wird; er wird deßhalb in dünne Platten gesägt, und die italienischen Arbeiter besitzen solches Geschick in den Zusammensetzungen von farbigem geaderten Marmor, daß sie auch unregelmäßige Stücke nach den Adern so vereinigen, daß die Fugen Adern scheinen.

Der weiße Marmor von Carrara, der, wenn er frei von dunkeln Adern ist, Bildhauermarmor genannt wird, hat die manigfaltigste Anwendung.

Von einem guten Marmor verlangt man, daß er nicht spröde, nicht hartadrig, nicht stichig oder unganz, frei von kleinen ungleichartigen Ausfüllungen, nicht bröcklicht sei und in der Politur einen lebhaften Glanz annehme.

Morisot*) hat mehrere Notizen über die Bearbeitung der verschiedenen Marmor- und edlen Baustein-Arten überhaupt geliefert.

Nach seinen Angaben sind, um eine Quadrat-Toise Oberfläche von Alabaster aus der Hand zu sägen, 56 Stunden nöthig und um dieselbe zu poliren 57 Stunden.

Bei dem weißen Bildhauermarmor 72 Stunden zum Sägen und 62 Stunden zum Poliren.

Bei dem grauen Granit aus der Normandie 504 Stunden zum Sägen und 485 Stunden zum Poliren.

Bei dem grünen Granit aus den Vogesen zum Sägen 756 Stunden, zum Poliren 570 Stunden.

Beim Porphyr zum Sägen 1,176 Stunden, zum Poliren 1,026 Stunden.

Bei dem sogenannten verde antico (dunkelgrünen Marmor) zum Sägen 132 Stunden, zum Poliren 114 Stunden.

Um einen Cubik-Fuß Bildhauermarmor (in kleinen Partien) abzubossiren, z. B. an einem Säulenschaft oder an Gesimsgliederungen hat der Steinhauer 22 Stunden nöthig, aber um ihn hohl auszubossiren, 32 Stunden.

Um den Marmor zu poliren, sind sechs Operationen nöthig. Zuerst wird derselbe mit Sandsteinen rauh abgeschliffen, indem man ihn mit Wasser benetzt, sodann schleift man mit einem Stück nicht glacirter Fayence, unter das man feinen Sand oder pulverisirten Bimsstein bringt. Hierauf füllt man kleine sogenannte Sandlöcher oder Grübchen mit einem guten Kitt aus. Nun schleift man sanft mit hartem Bimssteine, den man anfeuchtet. Sodann schleift man mit einem Reibstein-Laufer von Blei, unter den man feinen Schmirgel thut, oder man nimmt auch einen Propfen von feiner Leinwand, unter den man gefeiltes

*) In seinem Buche betitelt: Tableaux detaillés des prix des ouvrages de bâtiment.

Blei und sehr feinen Schmirgel thut. Endlich giebt man die letzte Politur durch einen angefeuchteten Leinwand-Propfen, den man in Zinnasche tupft und reibt so trocken fertig.

Das Sägen des Marmors geschieht gewöhnlich mit einer stumpfen Säge von etwa acht Fuß Länge und vier Zoll Breite und etwa einer Linie Dicke, so daß man dabei feinen Sand und Wasser in den Sägeschnitt fließen läßt. Ich habe bei Ausführung von Alabaster-Arbeiten Gelegenheit gehabt zu bemerken, daß man viel besser that, denselben mit dünnen gezahnten Sägen zu schneiden, etwa wie die gewöhnlichen Brennholzsägen. Uebrigens ist es, wenn man Gelegenheit hat, weit vortheilhafter den Marmor auf Mühlen schneiden zu lassen, als ihn aus der Hand zu schneiden; ersteres kostet wohl nur den achten Theil so viel wie letzteres. Beim Versetzen des Marmors, besonders beim Incrustiren mit hellem Marmor, darf man keinen eisenschüssigen Sand zum Mörtel nehmen, auch sind eiserne Klammern zu vermeiden, oder, wenn sie nicht vermieden werden können, durch einen starken Firniß gegen das Verrosten zu sichern, indem der Rost den Marmor durchdringt und helle Flecken macht.

Neunundvierzigstes Kapitel.

Musivische Arbeiten.

Musivische Arbeiten sind noch eine höhere Stufe von feiner Maurerarbeit, natürlich kann hier nur von der architektonischen Verzierung mit Mosaik die Rede sein.

Die Basiliken des Alterthums, auch mittelalterliche Gebäude, wie z. B. die St. Marcuskirche in Venedig, haben sehr schöne musivische Fußboden von den härtesten Marmorarten*). Die Darstellung von Gemälden und farbigen Verzierungen durch Mosaik wird eben auch von solchem Marmor, Porphyr und Jaspis gemacht oder es werden auch Glasstifte dazu verwendet, wie solche schon an den inneren Wölbungen der St. Marcuskirche verwendet sind, wo der Goldgrund aus etwa $1/4$ Zoll dicken Stiften von schwarzem Glas besteht, die an der sichtbar bleibenden Stelle dick vergoldet und darüber glasirt sind. Ich habe das Metall derselben übrigens nicht chemisch untersuchen können, vielleicht, daß es eine Metallmischung ist (etwa das zur Zeit der Erbauung der Marcuskirche vielleicht noch bekannte corinthische Erz?).

Die obenerwähnten musivischen Fußboden sind eigentlich mehr Marmorbeplattung als Mosaik, die einzelnen Stücke desselben sind in die verschiedenen Formen des Musters behauen und wie Marmorplatten gelegt; die wahre Mosaik besteht aber nur aus parallelepipedischen Stiften von $1/4$ bis $1/2$ Zoll Dicke und Breite und etwa 1 bis $1 1/2$ Zoll Höhe, welche bei einer und derselben Arbeit alle gleiche Größe haben und nach dem Muster in Kalkmörtel dicht an einander ohne Mörtel in den Fugen festgeschlagen werden. Sie laufen von oben nach unten etwas spitz zu, um oben desto dichter zu stehen und doch unten von dem Mörtel gefaßt zu werden.

---

*) Es finden sich häufig Abbildungen derselben in architektonischen Werken, unter andern in Gutensohn's und Knapps Denkmalen der christlichen Religion. Rom 1822.

Sechster Abschnitt.

Unterhaltung und Ausbesserung von Maurerarbeiten aller Art.

Fünfzigstes Kapitel.

Verbesserung von Mängeln, die durch den Einfluß von Temperaturwechsel und durch Feuchtigkeit auf Arbeiten von Stein stattfinden.

Die Kraft der Ausdehnung durch die Wärme sowie der Zusammenziehung durch die Kälte ist nicht zu verhindern oder zu annulliren, aber es ist möglich, die Nachtheile, welche sie hervorbringt, gewissermaßen auszugleichen.

Wären alle Baustoffe in gleichem Maaße empfänglich für die Einwirkung der Temperatur, so könnte durch dieselbe den Gebäuden kein Nachtheil geschehen, allein diese Empfänglichkeit ist verschieden und daher kommt es, daß sich die verschieden affizirten Stoffe von einander trennen, welches der Dauer der Gebäude gefährlich werden kann.

Wenn z. B. eine von Backsteinen erbaute Mauer mit Bruchsteinplatten gedeckt ist, so wird es nicht lange dauern, daß sich nicht der Plattenbelag von der Backsteinmauer trennt, wenn er auch durch den besten Mörtel mit derselben verbunden ist, indem derselbe verschieden von den Backsteinen durch die Temperatur affizirt wird. Indem sich die Backsteinmauern ausdehnen, die Bruchsteinplatten aber nicht gleichförmig an dieser Ausdehnung Antheil nehmen, werden sie fortgeschoben, es öffnen sich deren Stoßfugen, Feuchtigkeit, Staub und zufällige Gegenstände dringen in diese Fugen, die Lagerfuge zwischen Backsteinmauer und Plattenbelag hat sich nun ebenwohl getrennt und wenn sich die Backsteinmauer beim Temperaturwechsel wieder zusammenziehet, folgt der Plattenbelag nicht gleichmäßig nach, am wenigsten, wenn die das Zusammenziehen bewirkende Kälte bis unter den Gefrierpunkt steigt, wo sich die Stoßfugen der Platten mit Eis füllen. So bleiben die Fugen offen und es wird sich ihre Oeffnung noch vermehren auf dieselbe Weise, wie sie entstanden ist, so daß nun die Feuchtigkeit auch die Backsteinmauer erreicht und wenn nicht Gegenmittel ergriffen werden, zunächst deren Tünche, und dann den Mörtel zwischen den Backsteinen auf ähn-

liche Weise, wie die beschriebene Procedur, vernichtet und so die ganze Mauer zerstört.

Daß sich nun die Backsteinmauer und die Steinplatten ausdehnen und zusammenziehen, läßt sich nicht verhindern, es ist eine unbezwingliche Naturkraft. Es läßt sich jedoch etwas thun, um die Nachtheile davon wenigstens zu vermindern: das gewöhnliche Mittel ist, daß man die Steinplatten von oben in den Stoßfugen mit eisernen Klammern versieht, welche zwar die Oeffnung der Stoßfugen nicht absolut verhindern, weil sich das Eisen auch ausdehnt, aber doch die Platten in einem gewissen Grade zusammenhält und sich über diesen Grad hinaus nicht weiter vermehren läßt. Besser ist es aber, die Steinplatten durch schwalbenschwanzförmig gearbeitete, in den Stoßfugen angebrachte kleine Steinplatten zusammenzuhalten, um so mehr, da das Eisen einer andern Art der Zerstörung durch Temperaturwechsel und Feuchtigkeit ausgesetzt ist, nämlich dem Verrosten, abgesehen von einer andern beim Bauwesen gar nicht unbedeutenden feindlichen Macht, nämlich dem Diebstahle.

Man darf überhaupt ein Gebäude, und wäre es auch das solideste, nicht als einen beständig ruhigen, unveränderlichen Gegenstand betrachten und hierbei ist die allgemeinste und bedeutendste Betrachtung die seines Verhältnisses zu dem Grund und Boden, auf dem es steht, wo es sich schon fragt, ob es sich gleichförmig mit demselben ausdehnt und zusammenzieht, und ob, wenn diese Gleichförmigkeit nicht stattfindet, daraus Nachtheile entstehen können. Dieses würde z. B. der Fall sein, wenn der Grund und Boden unter dem Gebäude ein ungleichartiger ist und es ist dabei nicht zu übersehen, daß dessen Ausdehnung nicht bloß in einer Richtung, sondern nach allen Richtungen stattfinde, daß sich daher der Grund und Boden auch ungleichförmig hebe und senke. Dieses erklärt auch, warum mehrere Jahrhunderte alte Gebäude, die, auf einem ungleichen Grunde stehend, Risse bekommen haben, diese Risse immer wieder erneuern, wenn sie auch verklammert, ausgefüllt und auf alle Weise verwahrt werden.

Diese Einwirkung von Temperaturwechsel und Feuchtigkeit ist nun sowie im Ganzen auch zu jedem einzelnen Theile der Gebäude in Beziehung, besonders kommt sie bei der Vereinigung ungleichartiger Baumaterialien in Betracht, z. B. von Stein und Holz, von Stein und Metall, von Holz und Metall u. s. w. und es beruhet auf der genauen Kenntniß dieser Einwirkungen ein großer Theil aller architektonischen Constructionskunst. Es kann nicht hier der Ort sein, um alle mögliche Fälle zu beleuchten und dafür Vorschriften zu ertheilen, allein es läßt sich das Specielle aus Hauptgrundsätzen ableiten und diese letzteren will ich mit Folgendem aussprechen:

1) Es ist unthunlich, die Einwirkungen von Wärme und Feuchtigkeit auf die Gebäude völlig aufzuheben, aber es ist möglich, die üblen Folgen dieser Einwirkungen vorherzusehen und danach Vorrichtungen zu machen, welche die Nachtheile solcher Folgen vermindern.

2) Es ist ein Vorzug eines Gebäudes, aus möglichst gleichartigen Materialien zu bestehen; da wo aber ungleichförmige neben einander bestehen müssen, sind Vorkehrungen zu treffen, welche sie auf eine Weise zusammenhalten, daß kein Schaden für das Gebäude entstehe.

3) Alle Zusammenkittung, Cämentirung und Verleimung, die man bis jetzt kennt, ist, wenn sie eine Zeitlang der Witterung d. h. dem Temperaturwechsel ausgesetzt gewesen ist, nicht so stark, wie die Einwirkung der Temperatur befunden worden: man darf also nicht auf dieselbe rechnen, sondern muß die Vereinigung verschiedenartiger Materialien durch mechanischen Zusammenhalt sichern. Uebrigens muß eine zeitliche und eine ewige Einwirkung der Temperatur und

Feuchtigkeit unterschieden werden. Ein Bruchstein z. B., der frisch aus dem Bruch kommend und auf dem Spalt stehend einem starken Regen und bald darauf einem heftigen Froste ausgesetzt wird, kann davon leicht auseinander frieren, was er nicht thun wird, wenn er allmählig an die Temperatur der Luft gewöhnt und auf dem Lager liegend verwendet wird.

Solchen zeitlichen Einwirkungen kann fast nimmer vorgebeugt werden.

Zu denselben gehört auch noch besonders, wenn Mörtel und Cämentirungen in einer Jahreszeit verwendet werden, wo sie noch frisch und feucht vom Frost erreicht werden können, während es fast ebenso nachtheilig ist, wenn sie bald nach ihrer Anwendung einer heftigen Hitze ausgesetzt werden.

Einundfünfzigstes Kapitel.

Abstellung von Nachtheilen, die bei den Maurerarbeiten aus den Wirkungen der Schwere entstehen.

Zunächst sind damit Fundamentsenkungen gemeint, die sowohl aus der Mangelhaftigkeit des Grund und Bodens als des Fundamentes selbst entstehen können.

Im ersteren Falle fragt es sich, ob der Grund durchaus schlecht oder doch in einer gewissen Tiefe besser anzutreffen sei. In diesem Falle ist es keineswegs unmöglich, ein Gebäude successiv zu unterfangen und neue Fundamente unter dasselbe ebenso successiv zu mauern; auf diesen neuen Fundamenten darf aber das Gebäude nicht eher ruhen, bis der Mörtel derselben erhärtet ist, da dieses aber bei dem Kalkmörtel Jahre lang dauern würde, wenn man von jedem einzelnen Stücke dessen Erhärtung abwarten wollte, bis man die Arbeit weiter fortsetzte, so muß man sich zur Vermauerung eines schnell erhärtenden Cämentmörtels bedienen. Risse in dem oberen Mauerwerk, die von der Unvollkommenheit der Gründung herrühren, vermehren sich nicht immer, oft beschränkt sich die entstandene Senkung, sobald sich das Gebäude vollkommen gesetzt hat, die Risse können alsdann verstrichen werden und sind dann weitere üble Folgen nicht zu befürchten, es sei denn, daß durch die entstandenen Risse wesentliche Verbindungen zertrümmert wären, wo es nöthig werden kann, einzelne Mauerstücke ganz herauszunehmen und im Verbande wieder herzustellen, welche ebenso wie die Risse mit Cämentmörtel vermauert werden müssen, weil Kalkmörtel stets bei seiner Erhärtung ein geringeres Volumen einnimmt und also Einsetzungen desselben in altes, schon trockenes Mauerwerk nicht dicht werden können. Wenn man dabei dem Mörtel die Farbe des alten Mauerwerkes geben will, so muß man sich wohl hüten, darunter eine Farbe mischen zu lassen, die aus einer Verkohlung entstanden ist, weil dieselbe die Bindkraft des Cämentes oder Mörtels aufhebt.

Senkungen und Ausweichungen in Thor, Thür- und Fensterbogen, die nicht von der Unvollkommenheit der Widerlagen, sondern von einer nachläßigen Construction derselben herrühren, z. B. von einer nicht ganz genau dem Gewölbschnitt anpassenden Form oder nicht hinreichend dichter Versetzung oder von einer vorübergegangenen Senkung der Widerlagen, können oft durch eiserne Keile und Untersprießung wieder in ihre richtige Lage gebracht werden.

Sind bei geraden Thüren und Fenstern Sturze gebrochen, so muß man

solche nach vorheriger Untersprießung des auf ihnen ruhenden Mauerwerkes herausnehmen und durch neue ersetzen, insofern die Umstände es nicht genügend erscheinen lassen, daß der Bruch durch starke eiserne Schienen und Klammern verwahrt werde.

Sehr übel sind die Zerstörungen, welche eine Feuersbrunst am Mauerwerk anrichtet, der Kalkmörtel verliert dadurch seine Bindkraft, die Sandsteine springen und platzen ab, so daß sie keine Kante mehr halten; noch mehr leiden Kalksteine. Erfahrungen, die ich bei andern Architekten erlebt und auch selbst gemacht habe, überzeugten mich, daß es besser sei, solches vom Feuer durchglühetes Mauerwerk ganz abzubrechen und zu erneuern, als solches auszubessern; in der That scheint das letztere oft nach dem äußeren Anschein sehr thunlich, wenn man aber zu einer solchen Herstellung schreitet, so muß man immer weiter gehen, so daß zuletzt das Ganze doch erneuert ist, nur auf eine kostspieligere und langwierigere Art, als wenn man abgebrochen und neu aufgebauet hätte.

Zweiundfünfzigstes Kapitel.

Verbesserung von Mängeln, die aus fehlerhaften Constructionen entstehen.

Mängel dieser Art gibt es so viele als fehlerhafte Constructionen, also sehr viele; die in den vorhergehenden Kapiteln erwähnten können zwar theilweis auch schon auf unvollkommenem Bauwerk beruhen, aber es ist doch auch hierbei mehr allgemeine Einwirkung von Naturkräften als specieller Baufehler vorauszusetzen.

Zu diesen rechne ich die Verwendung undauerhafter Materialien, z. B. von Holz da, wo man hätte Stein nehmen müssen, von allzu schwachen Constructionen, von übereilten Bauausführungen und von unverständigen Veränderungen in richtig construirten Gebäuden.

Ueble Auswahl der Baumaterialien im Allgemeinen gibt die schlimmsten und durch keine Reparationen abzustellende Gebrechen. Dahin gehört besonders die üble Beschaffenheit des Hauptmateriales, der Steine nämlich, worauf doch die ganze Festigkeit des Baues beruhet; hierbei muß nun, wenn der Fehler einmal gemacht ist, die Beschaffenheit des Gebäudes entscheiden, ob es gerathener sei, dasselbe ganz abzureißen und von Neuem aus gutem Material wieder aufzuführen oder ob es thunlich sei, eine durchgreifende, das ganze Gebäude berührende und berücksichtigende Verstärkung anzubringen.

Da durch den gänzlichen Abbruch so viel zerstört wird, was nicht wieder benutzt werden kann, so wird man immer zu dem ersteren weniger geneigt sein bedenkt man aber, daß auch die beste Herstellung immer einen üblen Ruf an dem Gebäude läßt, so erscheint wieder der gänzliche Umbau vortheilhaft. Indessen ist nicht zu läugnen, daß solche den ganzen Bau verstärkende Verbesserungen mit großer architektonischer Geschicklichkeit gemacht werden können, so daß sie selbst noch besondere Vollkommenheiten hervorbringen. Es kommt dabei gewöhnlich darauf an, einzelne Stellen im Gebäude, auf denen gerade dessen Stabilität am meisten beruhet, zu befestigen, so daß die schwächeren Constructionen daran einen Anhalt finden.

Dieses gilt denn auch von solchen Constructionen, die nicht durch ihr unvoll-

kommenes Material, sondern durch ihre Verhältnisse und Zusammensetzung zu schwach sind.

Unverständige Veränderungen sind nur zu oft Ursache eines wesentlichen Verderbes von einem guten Gebäude, der Besitzer hat nicht selten Wünsche und Absichten, die sich nicht mit der ursprünglichen Beschaffenheit eines Gebäudes vereinigen lassen und die denn mit der Hülfe eigensüchtiger und unverständiger Handwerker realisirt werden sollen.

Aber auch der Architekt soll sich hüten, hierbei zu wagen und besonders sollen Veränderungen in noch nicht alten Häusern mit großer Vorsicht vorgenommen und darf dabei nicht auf eine Festigkeit des Mauerwerks gerechnet werden, die es erst in vielen Jahren erlangt.

Siebenter Abschnitt.

Holzarbeiten im Allgemeinen.

Dreiundfünfzigstes Kapitel.

Systeme der Holzconstructionen im Alterthume, im Mittelalter und in neuerer Zeit.

Im Ganzen genommen haben wir wenige Holzconstructionen aus dem Alterthume, wovon die Hauptursache, nämlich die Vergänglichkeit des Materiales, einleuchtet, aber außerdem waren sie auch in der Baukunst der Alten weniger Bedürfniß, wie in späteren Zeiten, da man selten Gebäude von mehreren Stockwerken hatte, die inneren Räume außerdem häufig überwölbte und auch nicht selten die Dächer über Gewölben von Stein construirte.

Bei den Gebäuden für öffentliche Zwecke, verschmähete der solide Sinn der Alten ein so undauerhaftes Material, suchte solches wenigstens möglichst selten anzubringen.

In Pompeji ist, wie auch aus der Natur seiner Verschüttung zu erwarten ist, von Holzconstructionen wenig erhalten, wenn schon sich manche Andeutungen davon finden.

So dürften die bedeutendsten die wohlerhaltenen Dachwerke der römischen Basiliken sein, welche größtentheils in den Kirchen sichtbar sind, was dieselben

nicht verunziert, da ihre zweckmäßige und dauerhafte Construction um so mehr gut in die Augen fällt, als sie rein ausgearbeitet und zuweilen selbst verziert ist. Ihr System ist noch jetzt im Wesentlichen das der heutigen italienischen Dachconstructionen.

Eine große Ausdehnung nach ganz anderem Systeme gewannen dagegen die Holzconstructionen im nördlichen Europa, wozu wohl der große Ueberfluß an Bauholz im Norden die nächste Veranlassung gab. Die Fachwerksbauart, die man im Süden kaum dem Namen nach kennt, bildete sich hier, nicht gar sehr zum Vortheil des bürgerlichen Wohlstandes, vollständig aus.

Wenn in den älteren und neueren italienischen Holzconstructionen, ungeachtet sehr genügender Stärke aller Bauhölzer, immer noch eine gewisse Holzsparsamkeit stattfindet, so ist in den Holzconstructionen des nordischen Mittelalters eher ein Bemühen, soviel Holz als möglich zu verwenden. Dazu kamen nun die steilen Dächer, die sehr zum Nachtheil der Festigkeit der Gebäude, der Feuersicherheit derselben und der Dauer der Dachbedeckungen durch die Spitzbogen-Gewölbe-Bauart allgemein wurden, weil solche den übrigen Formen dieser Bauart allein zu entsprechen, und flache Dächer damit unverträglich schienen.

Da eben in diesem System Holzersparung nicht gesucht wurde, so widmete man auch der Construction keine außerordentliche Sorgfalt, indem man genügende Festigkeit durch die Massen von Holz zu erlangen glaubte. Dennoch ist in der Holzarchitektur jener Zeit zweierlei zu loben, daß man nämlich einmal die Holzverbindungen gewöhnlich dauerhafter wie in späterer Zeit machte, und daß man gewöhnlich nur solche Holzarten verwendete, von denen die größte Dauer zu erwarten war, und welche man freilich damals noch im Ueberflusse besaß.

Wenn nun eben dieser Holzüberfluß diese Bauart characterisirte, so gab der in neueren Zeiten eingetretene Holzmangel der Holzarchitektur ein ganz anderes System; die Theuerung des Holzes nöthigte schon dazu, mit diesem Materiale sparsamer umzugehen, besonders drangen die Forstmänner, die ihre schönen Eichenwaldungen und damit manches schöne Jagd- und Forstrevier zu Grunde gehen sahen, auf Holzersparung, und wie es denn zu gehen pflegt, man kam von einem Extrem zum andern; an die Stelle der mit Holz überfüllten Constructionen des Mittelalters trat eine Schwefelholzarchitektur, die wohl das verderblichste und die größte Holzverschwendung unter allem war. Man hielt es für das größte Verdienst, möchlichst schwaches Holz zu verwenden und glaubte die Nachtheile desselben durch sogenannte gute Construction zu ersetzen, worunter man eine Zimmergesellen-Gelehrsamkeit in Holzverbindungen und dgl. verstand, vergaß aber dabei, daß schwaches Holz nimmermehr starkes wird, daß die, für viel stärkeres Holz ursprünglich erdachten Verbindungen für schwaches Holz unmöglich haltbar sein konnten, daß endlich beim schwachen Holz die äußere Verwitterung verhältnißmäßig viel verderblicher werde, wie bei starkem Holz, so daß z. B. bei einer Verwitterung von 1 Zoll Tiefe, die 10 Zoll starke Säule noch 8 Zoll tragfestes Holz, also im Querschnitt 64 Quadratzoll behält, während die 6-zöllige Säule bei zolltiefer Verwitterung auf 4 Zoll, also auf einen Querschnitt von 16 Quadratzoll reduzirt wird.

Diese irrige Sparsamkeit hatte denn die übelste Folge, daß Gebäude, die nach solcher erbauet waren, zum großen Ruin der Besitzer schon in zwanzig bis dreißig Jahren sehr schadhaft, und bei der allgemeinen Schwäche, der Reparatur unfähig wurden.

Die neuere Zeit hat diesen Irrthum eingesehen, man hat die Ersparung auf besserem Wege zu erreichen gesucht, indem man einmal den Grundsatz aufstellte, unnöthige Hölzer ganz zu vermeiden, das nöthige aber auch genügend

stark zu machen, dabei, wie an starkem Holz möglich ist, die Holzverbindungen zu verbessern und mit den Holzconstructionen Eisenconstructionen zu combiniren, da das Eisen in unserer Zeit so billig im Preise geworden ist, daß es sehr oft mit Erlangung größerer Wohlfeilheit, Festigkeit und Dauerhaftigkeit möglich ist, beträchtlichen Holzaufwand durch Verwendung von wenigem Eisen zu vermeiden.

Sodann hat das theuergewordene Holz zur Steinconstruction für manche Gebäudetheile zurückgeführt, es wird z. B. jetzt in Deutschland nur noch wenige Gegenden geben, wo eine Wand von Fachwerk aus starkem Eichenholz wohlfeiler wäre, wie eine gleich hohe und breite Mauer von mäßiger, der Steinconstruction angemessener Dicke.

Endlich haben richtigere Grundsätze in der Baukunst der neueren Zeit überhaupt einsehen gelehrt, daß die Quelle aller verständigen Verzierung in der Baukunst eine richtige und vor Augen tretende Technik sei, und daher die manigfaltigen schönen Motive der Holztechnik durch Veredlung der Formen derselben, so wie durch ihre Verzierung zu einem reichen und neuen Schmuck der Gebäude zu verwenden veranlaßt, — alles Bestrebungen, die man wohl mit Recht Verbesserungen nennen kann.

Vierundfünfzigstes Kapitel.

Die verschiedenen Arten der Bauhölzer und ihre Eigenschaften.

Holz, welches zum Bauen im Allgemeinen brauchbar sein soll, muß *geradspaltig*, rein, ganz und gesund sein, nach specieller Verwendung ist oft auch nöthig, daß es trocken, der Feuchtigkeit widerstehend und für die Art seiner Verwendung hinreichend fest sei.

Geradspaltig heißt das Holz, wenn seine Fasern gerade und mit einander parallel laufen. Das Gegentheil ist, Holz mit gewundenen Fasern, was sehr oft vorkommt und daraus entstanden ist, daß der Baumstamm, von dem es herrührt, einen gedrehten Wuchs hat, den man leicht an dem Stamme erkennen kann. Es ist dieser gedrehte Wuchs dem Bauholz sehr nachtheilig, einmal, weil dabei im Trennen der einzelnen Holzstücke durch die Säge, die Längenfasern durchschnitten werden, so daß alsdann die Tragbarkeit des Holzes sehr vermindert wird, indem bei einer Belastung einzelne Stücke abplatzen, dann wird auch Arbeit, die aus solchem Holze mit gedrehten Fasern verfertigt ist, niemals ihre regelmäßige Gestalt behalten, sich vielmehr windschief ziehn und werfen.

Rein ist das Bauholz, wenn es frei von Aesten ist; ästiges Holz ist zwar in den Aesten fester wie in andern Theilen, bricht aber leicht neben den Aesten und ist außerdem auch schwierig zu bearbeiten: zu feinen Holzarbeiten des Schreiners muß daher das Holz ganz rein sein, zu gröberer Zimmerarbeit braucht es dieses weniger zu sein, wiewohl zu aller dergleichen das reine Holz immer besser, aber auch theurer ist.

Ganz wird das Bauholz genannt, wenn es frei von Rissen aller Art ist; dieses können Eisklüfte sein, welche im Stamme vom Mittelpunkte nach der Rinde laufen, oder sie können von der Kernlosigkeit des Holzes herrühren, wenn

nämlich die Jahresringe nicht fest aneinander schließen, sondern sich von einander ablösen; daß ein und das andere der Festigkeit schadet, ist einleuchtend.

Gesund endlich nennt der Zimmermann ein Stück Holz, das weder stockig, noch faul, noch wurmstichig ist. Das letztere ist zuweilen nicht ganz unbrauchbar, wie das stockige und faule, aber doch immer nur zum Nothbehelf dienlich.

Zu aller Arbeit, bei der das Eintrocknen nach der Verfertigung Nachtheile bringen kann, ist trocknes Holz nöthig, wer aber sehr altes und trocknes Holz an feuchten Orten, z. B. zu Kellerbalken verwenden wollte, würde nicht wohl thun; dergleichen Holz ist nämlich besonders geeignet, Feuchtigkeit anzuziehn und alsdann sehr bald faul zu werden.

Um im Feuchten auszudauern, ist eine Holzart mehr geeignet, wie die andere; man sollte glauben, daß Nadelholzarten wegen des Harzes von dem sie durchdrungen sind, der Feuchtigkeit mehr widerstehn müßten als Laubhölzer: dieses ist aber nur bei einigen Arten der Fall. Am wenigsten widersteht das Holz der Feuchtigkeit, wenn sie mit Trockenheit wechselt.

Die Festigkeiten der Holzarten sind sehr verschieden, und manche derselben, wie z. B. alles Pappelholz, sind so weich, daß sie deßhalb unbrauchbar sind. Im allgemeinen nimmt man an, daß Bäume, die an der Nordseite der Gebirge wachsen, festeres, dichteres und schwereres Holz haben, als solche an der Südseite; noch mehr Einfluß auf die Eigenschaften des Holzes hat aber der Boden, da auf einem lockeren, aufgeschwemmten und feuchten Boden die Textur des Holzes viel schwammiger ist, als auf steinigem, trocknem Boden.

Die Baumstämme sind gewöhnlich nach der Nordseite etwas gekrümmt, so daß die Convexität nach Norden weiset, und es ist deßhalb wesentlich, horizontale Hölzer, auch wenn sie geschnitten sind, stets mit der Nordseite nach oben zu legen.

Man nimmt wohl mit Recht an, daß bei vierkantig beschlagenen Baumstämmen, die vier Kanten, deren Jahrringe durchschnitten sind, weniger Tragkraft haben, als die Theile des Stammes mit undurchschnittenen Jahrringen, indessen kann man doch auch nicht annehmen, daß erstere ohne alle Festigkeit wären, da das Holz nicht allein nach der Länge, sondern auch nach der Dicke Cohäsion hat, und man würde sich irren, wenn man glaubte, mit einem cylindrischen Stück Holz, dessen Durchmesser ebenso groß wäre, wie die Seiten eines Parallelepipedums, ebenso viel auszurichten, wie mit diesen.

Der unter der Rinde befindliche, noch unausgebildete Ring des letzten Jahres wird Splint genannt und ist vor seiner Ausbildung so weich, daß er keine genügende Tragkraft hat.

Das nützlichste Holz beim Bauen ist das Eichenholz, was fast zu allen Bauarbeiten und im Feuchten sowie im Trocknen brauchbar ist.

Rondelet sagt, daß die specifische Schwere von frischgefälltem Eichenholze, von dem der Pariser Cubikfuß siebenzig bis vierundsiebenzig Pariser Pfund wiege, 1,000 bis 1,054 betrage, und daß sich durch das Trocknen das Gewicht eines Cubikfußes bis auf 50 bis 53 P. Pfund vermindere; damit es zur Zimmerarbeit am brauchbarsten sei, dürfe es nur bis auf 60 bis 63 P. Pfund eintrocknen.

Schmidt gibt in seiner Statik*) das specifische Gewicht des Eichenholzes folgendermaßen an:

Altes Eichenholz	= 1,666
Eichenholz vom Stamme	= 0,929
„ vom grünen Aste	= 0,870

*) Anfangsgründe der Mathematik. Frankfurt am Main. 1798.

Weisbach nimmt an, das mittlere specifische Gewicht der getrockneten Laubhölzer sei = 0,659
derselben mit Wasser gesättigt = 1,110

Der englische Architekt Robert Stuart gibt das specifische Gewicht von 60 Jahr altem Kerneichenholz = 1,170 an.

(Schmidt nimmt bei 16° Reaumure das Gewicht des Pariser Cubikfußes destillirten Regenwassers zu 69,458 Pf. Pariser Troysgewicht, welche Gewichtsannahme mit der von Rondelet gar nahe übereinstimmt, den rheinländischen Cubikfuß Wasser zu 64,963 Pf. Kölnisch, Weisbach den Cubikfuß zu 66 Pf. an.)

Nach den vielfältigen, von Rondelet gemachten Versuchen ergibt sich, daß die absolute Festigkeit des gewöhnlichen Eichenholzes, der Widerstand, den es gegen das Zerreissen leistet, wenn es von zwei entgegengesetzten Enden gezogen wird, d. h. seine absolute Festigkeit, 102 Pariser Pfund auf die Pariser Quadratlinie seiner Dicke gleichkommt.

Die rückwirkende Festigkeit des Eichenholzes, d. h. der Widerstand, den ein mit senkrechten Fasern gestelltes Stück Eichenholz einer Belastung entgegensetzt, richtet sich, wie bei allen Hölzern, weil sie biegsam sind, nach der Höhe der Holzstücke.

Aus einer sehr großen Zahl von Versuchen hat Rondelet folgende Progression der Abnahme des Widerstandes abgeleitet:

Wenn die Höhe eines Cubus gleich. ist	1	so ist der Widerstand	1
Wenn derselbe bei bleibender Grundfläche hoch ist	12	" " " "	$^5/_6$
" " " " " " "	24	" " " "	$^1/_2$
" " " " " " "	36	" " " "	$^1/_3$
" " " " " " "	48	" " " "	$^1/_6$
" " " " " " "	60	" " " "	$^1/_{12}$
" " " " " " "	72	" " " "	$^1/_{24}$

Bei einem cubischen Körper von einem Pariser Zoll Seitenlänge fand sich für Eichenholz der Widerstand gleich vierzig bis achtundvierzig Pfund, also im Mittel vierundvierzig Pfund auf die Quadratlinie der Oberfläche: es würde also der ganze Widerstand eines solchen Körpers 144 × 44 oder 6336 Pf. betragen, bei einem 12 Zoll hohen Parallelepipedum von 1 Quadratzoll Grundfläche dagegen nur 144 × 44 × $^5/_6$ oder 5280 Pariser Pfund.

Diese Regel stimmt auch, wie Rondelet nachweiset, mit den Versuchen von Peronnet, Lamblardie und Girard überein.

Cubische Körper von Eichenholz drückten sich, bevor sie durch die Belastung platzten, um mehr als ein Drittheil zusammen.

Für die relative Stärke des Eichenholzes, d. h. für den Widerstand, den ein horizontales Stück Eichenholz, welches an beiden entgegengesetzten Enden unterstützt ist, einer Belastung leistet, hat Rondelet 59,59 Pariser Pf. auf die Pariser Quadratlinie des Querschnittes, und für die Berechnung der Stärke eines Stückes Holz von gegebenen Dimensionen, nach seinen und Büffons Versuchen folgende Regel gefunden:

1) Man ziehe von der ursprünglichen Kraft (also hier 59,59 Pariser Pf.) den dritten Theil der Zahl ab, welche ausdrückt, wie vielmal die senkrechte Dicke (Höhe) in der Länge des Stück Holzes zwischen den Stützpuncten desselben enthalten ist.

2) Man multiplicire den Rest mit dem Quadrat dieser senkrechten Dicke.

3) Man dividire das Product mit der Zahl, welche ausdrückt, wie vielmal die senkrechte Dicke in der Länge des Holzes zwischen den Stützpunkten enthalten ist.

Diese Regel gibt z. B. bei einem Balken von fünf P. Zoll (also 60 P. Linien) Dicke und Breite im Querschnitte, und 18 Fuß (also 216 P. Zoll) Länge, $3765\frac{5}{6}$ P. Pf. Widerstand. Die Zahl, welche ausdrückt, wie vielmal die senkrechte Dicke in der Länge enthalten ist, wäre $\frac{216}{5}$ oder 43,2 also die Gleichung

$$\frac{59{,}59 - \frac{43{,}2}{3} \times 60 \times 60}{43{,}2} = 3765\frac{5}{6}.$$

Für die Widerstandsfähigkeit schräg geneigter Holzstücke nimmt Rondelet als Erfahrungssatz an, daß sie sich in dem Maaße vermindere, wie die Neigung des Holzstückes sich vergrößere, so daß sich die Widerstandsfähigkeit eines verticalen Holzstückes zu dem Widerstande eines schräg geneigten verhalte wie der Sinus totus (der Sinus des rechten Winkels) zu dem Sinus des Winkels, in dem das Stück Holz gegen den Horizont geneigt ist; wonach also, wenn man den Widerstand eines verticalen Holzstückes berechnet hat, der Widerstand des geneigten leicht zu finden ist.

Alle dergleichen Berechnungen dienen aber nicht, um darnach unmittelbar die Stärke der Bauhölzer, die man verwenden will, zu proportioniren, sondern um nur die Verhältnisse der Tragkräfte der Bauhölzer zu beurtheilen. Rondelet nimmt an, daß man bei dem Bauholze in der Anwendung eine zehnfache Sicherheit annehmen solle, d. h. man soll, wenn die Berechnung ergibt, daß der Balken 3765 Pfund tragen könne, annehmen, daß er nur 376 Pfund zu tragen im Stande sei.

Man nimmt gewöhnlich an, daß das Eichenholz nicht nur im Trocknen, sondern auch im Nassen fast unvergänglich sei und wird als Beispiel für das Letztere gewöhnlich der Pfahlrost unter dem Straßburger Münster angeführt, zwischen dem man auf Schiffen fahren könne und der wohl erhalten sei.

Daß das Eichenholz in feuchter Erde nicht ewig dauere, davon werde ich bei den Rosten ein Beispiel anführen, und besonders leicht geht es durch Feuchtigkeit zu Grunde, wenn es alt und sehr trocken ist, wo es in wenigen Jahren verfault, wenigstens in dem Falle, wo es zugleich von der Feuchtigkeit und der Luft berührt wird.

Es ist übrigens Grundsatz, überall in guten Gebäuden an den Stellen, die der Feuchtigkeit und der Einwirkung der Witterung ausgesetzt sind, nur Eichenholz zu verwenden, demnach zu allen Holzstücken der Außenwände, zu Kellerbalken, zu allen Hölzern, die in unmittelbare Berührung mit frischem Mauerwerk kommen, z. B. zu allen Arten von Grundschwellen, zu Sturzhölzern über Thüren und Fenstern in massiven Gebäuden (die man übrigens, wie oben erwähnt ist, viel besser ganz vermeidet und durch Wölbungen ersetzt), zu Thürklötzen, zu Dübeln u. s. w. Sodann wird das Eichenholz fast ausschließlich aller andern Holzarten zum Mühlen- und Wehrbau verwendet, nämlich zu Radwellen, Radarmen und Kränzen, zu Mühlengerinnen, Schützen und Aufzugswerken, Fachbäumen, Spundwänden u. s. w. Ebenso wird auch Eichenholz zu den feineren Holzarbeiten, die der Witterung und der Feuchtigkeit ausgesetzt sind, z. B. zu Fensterrahmen, Hausthüren, Fensterladen, unbedeckten äußeren Gesimsen und Verzierungen, zu guten Fußboden, Stallthüren, Kellerthüren und zu Treppen benützt.

Bei den letzteren kommt, da vorausgesetzt werden muß, daß eine hölzerne Treppe nie an einem feuchten Ort errichtet wird, hauptsächlich die größere Festigkeit des Holzes in Betracht.

Das Buchenholz wird fast allgemein als ein zum Bauen wenig nutzbares Holz betrachtet. Man ist der Meinung, daß es in freier Luft nicht dauerhaft, innerhalb der Gebäude dem Würmerfraß sehr ausgesetzt und dabei zum Werfen und Schiefziehen sehr geneigt sein soll. Diese Meinung ist so allgemein verbreitet, daß man dasselbe wenig oder gar nicht verwendet findet, und also auch wenig Gelegenheit hat, Erfahrungen von seiner Brauchbarkeit oder Unbrauchbarkeit zu machen.

Rondelet lobt seine große Brauchbarkeit, sagt aber auch, es sei dem Würmerfraß ausgesetzt, gegen den man es aber sichern könne, wenn man es einige Zeit ins Wasser lege und hernach dem Rauche (fumée) aussetze; er gibt das specifische Gewicht dieser Holzart zu 0,720 an.

Nach Schmidt beträgt das specifische Gewicht vom Buchenholz 0,852.

Nach Weisbach ist, wie oben erwähnt, das mittlere specifische Gewicht der getrockneten Laubhölzer 0,659 und der mit Wasser gesättigten 1,110. Nach R. Stuart auch 0,852.

Rondelet versichert, daß nach den beim Eichenholz und mehreren andern Holzarten gemachten Erfahrungen, ihre Tragkraft in gleichem Verhältniß ab- und zunehme, wie ihre Schwere, d. h. bei gleicher Holzart. Dagegen gibt die Schwere für verschiedene Holzarten kein, auch nur annäherndes Resultat ihrer Festigkeit und Tragkraft, da die Holztextur bei den Holzarten verschieden ist. Dieses beweist unter andern das Buchenholz, denn während seine specifische Schwere von Hassenfratz und Rondelet zu 0,720 und die der gemeinen Eiche zu 0,905 angeben wird, findet Rondelet die absolute Festigkeit des Buchenholzes zu 2480, wenn die des Eichenholzes 1821 ist. Die horizontale Tragkraft des Buchenholzes gibt Rondelet für das Buchenholz zu 1032 an, wenn die des Eichenholzes 1000 beträgt und die verticale Tragkraft zu 986, wenn die des Eichenholzes 807 ist. Ich habe weiter unten gezeigt, daß Buchenholz zu Fundamentrosten und Pfählen nach meiner Erfahrung brauchbarer sei, als Eichenholz, es wird auch von sonstigen Gegnern des Buchenholzes, z. B. von Gilly zugegeben, daß es zu dergleichen sehr brauchbar sei.

Was den behaupteten Würmerfraß betrifft, so sieht man häufig Tischblätter und auch andere Mobilien aus Buchenholz, die von Würmern zerfressen sind; ich kann aber daraus gerade nicht die Ueberzeugung ableiten, daß nicht auch andere Holzarten bei einer solchen Benutzung wurmstichig werden würden, und habe mich dadurch nicht abhalten lassen, Buchenholz hin und wieder in Gebäude zu verwenden, wo denn die Resultate durchaus günstig waren.

So habe ich solches zu Geländerhandhaben, die gebeizt und lackirt wurden, angewendet, und ich habe nichts vom Würmerfraß, Stockigwerden und dgl. erfahren, wiewohl ich die Arbeit, die sich feiner wie von Eichenholz ausnimmt und fester gegen Beschädigung ist, täglich vor Augen habe. Auch läßt man allhier die Docken (Ballustern) der Treppengeländer häufig von Buchenholz drehen, die sich recht gut halten.

Möglich, daß der Saftreichthum des Buchenholzes dasselbe, wenn es frisch verwendet wird, mehr als trocknere Holzarten zum Werfen geeignet mache, eigentliches Schiefziehen rührt aber von schiefer und krummliniger Textur der Fasern her und findet dabei in allen Holzarten statt.

Wo das Buchenholz selten ist, wie z. B. in mehreren preußischen Provinzen, da mag seine Brauchbarkeit wenig in Betracht kommen, wo es aber im Ueberfluß und sehr viel wohlfeiler ist, als Eichenholz, dabei in der schönsten und reinsten Qualität zu haben ist, wie in Kurhessen, da ist die Verwendung ein wesentlicher Vortheil, so daß es wohl der Mühe lohnt, verständigen Gebrauch davon zu machen.

Von den übrigen Laubholzarten werden nur selten beträchtliche Verwendungen zum Bauen gemacht, wiewohl manche derselben sehr brauchbar sind, wenn man sie haben kann.

Dazu gehört besonders Eschenholz, das zu allem Bauwesen, gröberem und feinerem, brauchbar ist. Sein specifisches Gewicht beträgt nach Schmidt 0,734. Rondelet gibt diese Schwere zu 0,787 an, seine horizontale Tragkraft, wenn die der Eiche 1000 ist, zu 1072, die verticale Stärke, wenn die der Eiche 807 ist, zu 1112 und die absolute Festigkeit zu 1800, wenn die der Eiche 1821 ist. Es ist ein sehr zähes Holz und deßhalb vorzüglich gut zu Wagnerarbeiten und Werkzeugen.

Ein äußerst festes Holz ist die Weißbuche oder Hainbuche, die deßhalb im Mühlenbauwesen zu Kammen und Keilen wesentlich nützlich ist, auch zu manchem Handwerkszeug, z. B. Hobelgestellen ist sie nöthig.

Ein vortreffliches, feines und festes Holz von ähnlicher Benutzung, ist das Birnenholz (sp. G. nach Schmidt 0,661, nach Rondelet 0,715.) Man kann daraus sehr scharf und fein profilirte Gesimse verfertigen, auch nimmt das Holz eine schöne Politur an, ebenso ist es zu manchen Werkzeugen, z. B. Linealen besonders brauchbar.

Ahornholz hat mannigfaltige Anwendung in den feineren Holzarbeiten, es ist fest und doch zart, so daß man es auch zu Bildhauerarbeiten brauchen kann. (Sp. G. nach Schmidt 0,755, nach Stuart 0,750 bis 0,755.) Es nimmt auch eine schöne Politur an und behält dabei immer seine schöne hellgelbe Farbe.

Birkenholz, welches von einer ganz besonderen, aus dichtem Verwachsensein der Fasern herrührenden Zähigkeit ist, wird deßhalb im Mühlenbauwesen zu Radbüchsen vorzugsweise verwendet. Polirt ist es schön durch seine Flammen und Masern (sp. G. nach Rondelet 0,702).

Die Ulme gibt sehr schöne Parquetboden und hat ein festes, dichtes Holz. Jedoch scheint auf diesen Baum der Grund und Boden mehr als auf andere Einfluß zu haben, da sein specifisches Gewicht so sehr verschieden angegeben wird, Rondelet gibt solches zu 0,738, Schmidt zu 0,600 und Stuart zu 0,671 an.

Der Nußbaum liefert vortreffliches Holz zu Schreinerarbeiten, als Zimmerholz ist es zu kostbar, auch soll es belastet, sich leicht biegen, sonst ist es zähe und dauerhaft (Sp. G. nach Rondelet 0,680, nach Stuart 0,671.).

Apfelholz ist dem Birnenholz sehr ähnlich und von gleicher Benutzung, Rondelet gibt dessen specifisches Gewicht auch ungefähr ebenso groß, nämlich 0,735, Schmidt aber zu 0,793 an.

Kirschen- und Pflaumenholz sind sich sehr ähnlich, sie werden auch häufig zu Schreinerarbeiten, als zu Täfelwerk aller Art, Zimmerthüren und dergleichen angewendet, das Holz ist spröde und bricht leicht, daß es sich gut poliren läßt und alsdann eine schöne Farbe und schöne Masern hat, ist sehr bekannt. (Sp. G. nach Rondelet 0,741 und 0,762.)

Das Lindenholz ist ein sehr feines aber auch sehr weiches und leichtes Holz, so daß es gewöhnlich im Bauwesen zu nichts anderem gebraucht wird, als zu Modellen, wozu es sehr geeignet ist. Sein specifisches Gewicht ist nach Rondelet nur 0,564, so daß es nur ein weniges schwerer ist, als Tannenholz.

Das Kastanienholz ist dem Nußholz sehr ähnlich und wird im Süden häufig angewendet, in Italien selbst als Bauholz, soll aber weniger dauerhaft sein als Tannenholz. (Sp. G. nach Rondelet 0,685.)

Das Holz der Roßkastanie habe ich zu furnirtem Täfelwerk mit vielem Erfolge angewendet; es hat eine sehr helle Farbe und atlaßartige Masern. Ich habe in einem Palast Thüren machen lassen, in denen die Füllungen von Bir-

kenmasern, die Einfassungen von Roßkastanienholz, Futter und Verkleidungen aber, sowie Thürgesims von Birnenholz war, alles wohl polirt, was sehr gut aussah und seinem Zwecke entsprach. Uebrigens ist dieses Holz zum Zimmerholz nicht geeignet, denn es bricht leicht.

Sind die meisten Laubholzarten, mit Ausnahme des Eichenholzes nur von beschränktem Gebrauch im Bauwesen, so sind die Nadelholzarten von desto häufigerer, wenn auch nicht ganz unbeschränkter Benutzung, die sie theils ihrer Wohlfeilheit, theils aber ihrer vorzüglichen Tragkraft verdanken.

Das am meisten im Bauwesen benutzte Holz ist das Fichtenholz.

Rondelet gibt seine specifische Schwere zu 0,542, Schmidt zu 0,550 und Stuart zu 498 bis 550 an.

Nach Rondelet ist, wenn die Festigkeitsverhältnisse des Eichenholzes für die horizontale 1000, für die verticale zu 807 und für die absolute zu 1821 betragen, die horizontale Festigkeit des Fichtenholzes (sapin) 918, die verticale 851 und die absolute 1250. Es ist aber zu bemerken, daß Rondelet unter „sapin“ zwar nach seinem eigenen Ausdruck pinus abies versteht, hierbei sich aber der bekannten Verwechselung schuldig macht und pinus picea Lin. die Weißtanne oder Edeltanne meint. Die gemeine Fichte oder Rothtanne versteht er wahrscheinlich unter dem Ausdruck „pin du nord“, wovon er die specifische Schwere zu 0,612, die horizontale Tragkraft zu 882, die verticale zu 804 und die absolute zu 1041 angibt.

Es ist sehr merkwürdig, daß dieses Holz, welches nicht viel mehr als halb so schwer wie Eichenholz ist, doch eine wenigstens eben so große verticale Festigkeit als Eichenholz hat, welches als richtig durch die Erfahrung vollkommen bestätigt wird. Man wendet es daher an Orten, wo es nicht durch Feuchtigkeit und die Witterung zu leiden hat, zum Tragen schwerer Belastung, lieber an, als Eichenholz, da dieses, wenn es schwer belastet ist, sich gern krumm zieht. Dieses findet auch bei demselben leichter wie beim Tannenholz statt, wenn es horizontal belastet ist, und man sagt deßhalb wohl, das Eichenholz krümmt sich durch seine eigene Schwere. Das Tannenholz wird daher vorzugsweise zu Gebälken und Dachwerken verwendet, nur nicht zu Gebälken, die der Feuchtigkeit ausgesetzt sind, wie diejenigen über Kellern und Ställen, am wenigsten aber über Räumen, wo sie warmen Dämpfen ausgesetzt sind, wie z. B. in Branntweinbrennereien, denn daß das Fichtenholz in der Feuchtigkeit sehr bald stockig und faul wird, ist eine unläugbare Wahrheit.

Man macht also aus demselben nie Arbeiten, die in der Erde oder im Wasser zu liegen kommen, sondern verwendet es nur im Trocknen. Es werden alle innere im Gebäude trocken liegende Balken, Sparren, Kehlbalken, Dachrahmen, Spannriegel, Bänder und Balkenträger gewöhnlich aus Fichtenholz verfertigt.

Die absolute Festigkeit des Tannenholzes ist, wie sich aus den oben angegebenen Zahlen ergibt, viel geringer als die des Eichenholzes; eine Folge davon ist, daß Kämme und Zapfenlöcher am Fichtenholze viel leichter ab und ausplatzen, als wie am Eichenholz, deßhalb macht man auch gern Holzstücke, bei denen es auf die Festigkeit der Holzverbindungen besonders ankommt, z. B. Stichbalken, Jachbänder und dgl. von Eichenholz. Zu Mauerlatten wird Fichtenholz nie verwendet, da solche stets Feuchtigkeit aus dem Mauerwerk anziehen und selbst wenn sie vom besten Eichenholz gemacht werden, so bald zu Grunde gehen. Ebenso werden auch Giebelbalken und Giebelsparren, weil sie der Witterung ausgesetzt sind, nicht von Fichtenholz, sondern von Eichenholz gemacht. Sehr h

kannt ist es, daß das Fichtenholz in Bohlen und Dielen von allen Maaßen geschnitten und davon ein sehr ausgedehnter Gebrauch zu gewöhnlichen Schreinerarbeiten gemacht werde: es muß alsdann, wenn die Arbeit gut werden soll, vollkommen trocken sein.

Die beste Sorte der Fichten ist die oben erwähnte (pinus picea Lin.) Weißtanne oder Edeltanne, die auch schon etwas besser der Feuchtigkeit widersteht.

Noch mehr hat diese Eigenschaft die Kiefer (pinus sylvestris Lin.), welche auch ein festeres Holz, wie die gemeine Fichte hat, so daß man in Gegenden, wo das Eichenholz selten und theuer ist, Fensterrahmen davon macht, zu größeren Treibhausfenstern ist es selbst vorzuziehen, weil sich daselbst Eichenholz zu sehr wirft und schief zieht.

Ein gegenwärtig nicht mehr seltenes Nadelholz ist die Weymouths-Kiefer (pinus strobus), die in kurzer Zeit außerordentlich hoch und stark wird. In den Anlagen von Wilhelmshöhe bei Cassel finden sich deren sehr viele, die besonders an feuchten Stellen sehr gedeihen, es giebt daselbst Bäume, die nicht über fünfzig Jahr alt sein können, von drei bis vier Fuß Dicke. Das aus denselben geschnittene Holz ist sehr weiß, rein und gradfaserig aber auch sehr weich und schwammig, so daß es nur zu leichter Arbeit, z. B. zu Täfelwerk aller Art auch zu Stubenthüren und dgl., nicht aber als Bauholz, auch nicht zu Fußboden-Täfelung verwendet werden kann, da es zu ersterem benutzt, allzuleicht bricht und in Fußboden sich leicht wegtritt. Es würde eine höchst verdienstliche Erfindung sein, wenn man dergleichen Holzarten, die leicht zu bearbeiten sind, nach der Bearbeitung durch irgend eine Imprägnation erhärten oder gleichsam versteinern könnte, was gar nicht unmöglich scheint.

Als das vorzüglichste unter allen Nadelhölzern zum Bauen wird von allen Schriftstellern, besonders den italienischen, der Lerchenbaum (pinus larix) erwähnt. Es ist allgemein angenommen, daß er auch im Wasser brauchbar sei, wie er denn in Venedig unter Wasser gebraucht wird. Loudon sagt, daß es von erprobtem Nutzen sei und zu allen Zwecken, zu welchen die besten ausländischen Holzarten angewendet werden, dienen könne; ferner zu vielem, wozu man die Eiche gebraucht und daß es dauerhafter wie jedes andere Holz sei, wenn der ihm angewiesene Ort die Mitte zwischen trocken und feucht halte. Rondelet unterscheidet Larix und Méléze, scheint aber unter Méléze den eigentlichen Lerchenbaum zu verstehen. Dessen specifisches Gewicht gibt er zu 0,656, seine horizontale Tragkraft zu 843, die vertikale zu 902 und die absolute zu 1460 an.

Merkwürdig ist, daß Rondelet unter 56 von ihm untersuchten europäischen Holzarten die größte horizontale Tragkraft bei dem Mahalebkirschenbaum gefunden hat, die er, wenn die Eiche 1000 hat, zu 1995 angibt, sowie die vertikale Tragkraft zu 1232 und die absolute zu 2171, so daß hiernach diese Holzart, die sehr schnell wächst und in Deutschland sehr gut vorkommt (auch zugleich mit ihren schönen Blüthen ziert und wohlriechend ist) sehr des Anbaues werth wäre.

Auch die gemeine Akazie (Robinia pseudoacacia) verdiente es wohl, als Bauholz gezogen zu werden, da sie ebenwohl sehr schnell wächst und ein sehr brauchbares Holz liefert, welches die Tischler in Amerika jedem anderen Holze vorziehen; seine specifische Schwere beträgt nach Rondelet 0,791, seine horizontale Tragkraft 1305 (also 305 mehr als das Eichenholz), die vertikale 1120 und die absolute 1791. Der Baum kommt in Deutschland in jedem Boden fort und vermehrt sich sehr leicht durch Wurzelausläufer, die da, wo eine Wurzel bloß liegt, entstehen.

Von ausländischen Holzarten werden verschiedene zu feineren Schreinerarbeiten gebraucht, besonders Mahagony, Ebenholz und Palisander, bei denen die Feinheit der Textur und die Schönheit der Masern den Werth bestimmen. Sie werden gewöhnlich nur als Fourniere benützt.

Fünfundfünfzigstes Kapitel.

Aussuchen, Fällen und Schneiden des Bauholzes. Auslohen und Trocknen, sowie Verwahren desselben gegen Fäulniß.

Die Auswahl des Bauholzes auf dem Stamme scheint dem Laien leichter wie sie ist, da oft auch der erfahrene Sachverständige durch das äußere Aussehen getäuscht, auf die innere Beschaffenheit des Baumes irrig schließt.

Zunächst kommt freilich etwas Augenfälliges in Betracht, daß nämlich der Baum einen geraden schlanken Wuchs habe, da gewundene Stämme zu vielen Arbeiten ganz unbrauchbar sind.

Sodann ist in Betracht zu ziehen, ob der Baum noch im gesunden Wachsthum steht. Ist ein Baum im Gipfel abgestorben (zopftrocken), so macht ihn dieses verdächtig, ebenso wenn die Blätter gelb und dürftig stehen. Man untersucht alsdann den Stamm durch Anbohren, wobei sich bemerken läßt, ob gesundes oder wurmstichiges und angefaultes Holz zum Vorschein kommt. Ist das Stammende eines Baumes unverhältnißmäßig dick, so ist der Baum gewöhnlich hohl, was sich auch dadurch verräth, daß er beim Anschlagen einen dumpfen Schall giebt. Wenn sich am Baum herauf eine leistenförmige Erhöhung der Rinde befindet, so ist solche das Zeichen einer überwachsenen Eiskluft, ebenso können unter beulenförmigen Erhöhungen faule und stockige Stellen sein. Löcher in der Rinde und noch mehr leichte Abschälung der Rinde geben ein Zeichen von Würmerfraß.

Ueber die beste Jahreszeit zum Fällen des Holzes sind nicht alle Meinungen gleich. Vitruv und viele andere Schriftsteller sind der Meinung, daß Herbst und Winter dazu am besten seien, d. h. vom Monat Oktober bis zum Monat Februar, weil alsdann die Bäume am wenigsten Saft enthielten.

Büffon und Dühamel halten es aber für besser, die Bäume im Monat May, wenn sie im stärksten Safte stehen, zu schälen, damit der Saft herausziehe und sie sodann im Monat Oktober zu fällen.

Rondelet glaubt und ich möchte ihm darin beipflichten, daß diese Weitläufigkeit nicht nöthig sei, wenn man die Bäume nur, nachdem sie gefällt sind, nicht horizontal lege, sondern unter Dach aufrecht stelle in einer Weise, daß sie sich nicht berührten; alsdann ziehe der Saft heraus, ohne Risse zu veranlassen, und im Verlauf eines Jahres habe das Holz die zur Zimmerarbeit erforderliche Trockenheit erlangt.

Daß man die Stämme, nachdem sie gefällt sind, vierkantig beschlage, geschieht wohl jetzt nirgends mehr, wo auf Holzersparung gesehen wird, man beschlägt nur eben so viel, um gerade Flächen zu erlangen, wonach man das Holz regelmäßig schneiden und bearbeiten könne.

Das Nadelholz wird zum Bauholz größtentheils in Einstämmlingen verwendet, weniger das Eichenholz, bei dem die Einstämmlinge kostbarer und seltener sind.

Die Art und Weise des Schnittes entscheidet sehr über die gute Beschaffenheit des Bauholzes, besonders bei Bohlen und Dielen und ist die gewöhnliche Art des Schneidens zwar sehr bequem für den Schnitter, aber nicht vortheilhaft für die mit dem Holz zu machende Arbeit; es ist dieselbe Tafel II. Figur 44 abgebildet. Von dem Stamme oder Bauklotz werden zunächst zwei gleiche Hälften abgetrennt und diese werden hierauf jede einzeln aufgebänkt und schräg in Bohlen geschnitten. Da nun hierbei die Jahrringe des Holzes in sehr ungleichen Spiegeln durchschnitten werden, so müssen sich diese Bohlen mit so sehr ungleichen Spiegeln werfen und krumm ziehen; weit besser ist daher die Taf. II. Fig. 45 abgebildete Methode, wobei man zugleich vortreffliche Dielen oder Bohlen und Bauholz in größerer und geringerer Stärke (Stollen) gewinnt und nach dem Bedürfnisse in den Größen ab- und zuthun kann. Es versteht sich, daß man dabei keine schwächeren Stämme als solche von $2\frac{1}{2}$ bis 3 Fuß oder mehr Dicke verwendet, welches auch gerade die Dicken sind, in denen der Forstmann das Holz am liebsten abgibt.

Ist das Holz zweckmäßig geschnitten, so kommt es noch darauf an, solches zur Arbeit weiter vorzubereiten. Beim Bauholz wird es zu den meisten Arbeiten genügen, solches in einem luftigen Schuppen aufrecht, und so daß sich die einzelnen Stücke nicht berühren, einige Zeit aufzustellen, das Bohlholz bedarf aber noch einer weiteren Pflege. Dieselbe wird aber nicht damit erlangt, daß man es in vielleicht nicht einmal ganz luftigem Gebäude jahrelang aufbewahrt; ich habe es erlebt, daß Fichtenbretter, die sechzig Jahre lang die Bänke in einer doch nicht feuchten Kirche gebildet hatten, als sie nach der Demolition der Kirche in geheizten Zimmern eines auch mehr der Sonne ausgesetzten Gebäudes zu Fußboden und Verschalungen der Wände benutzt wurden, bedeutend zusammentrockneten und rissig wurden.

Bei Laubhölzern kann man eine weniger veränderliche Festigkeit derselben am besten dadurch erlangen, daß man die geschnittenen Hölzer einsumpft und hernach der Einwirkung heißer Wasserdämpfe aussetzt.

Bei Nadelholz ist dieses aber ganz unthunlich, da dasselbe durch das Einsumpfen sehr bald stockig und faul wird; dagegen kann man Tannenholz über Backöfen und noch besser über Ziegelbrennöfen austrocknen, wobei die Stücke aber beständig gewendet werden müssen, sie erhalten dabei kleine Risse vom Eintrocknen, die aber hernach wieder zugehen und der Arbeit keinen Schaden bringen.

Von einer großen Bedeutsamkeit ist in neuerer Zeit die Erfindung geworden, das Bauholz durch chemische Proceduren vor dem Verfaulen zu sichern, die besonders wichtig für das Eisenbahnbauwesen schien, weil man, wenn solche gelang, dadurch in den Stand gesetzt wird, die eichenen und kiefernen Schwellen, aus denen noch der sogenannte Oberbau der meisten Eisenbahnen besteht, gegen das frühzeitige Verfaulen, welches bei kiefernen Schwellen schon nach sechs Jahren und bei eichenen etwa nach neun Jahren eintritt, zu sichern und damit die enormen Kosten der Erneuerung, die dem Betrieb, der schon sehr mit Kosten gedrückt ist, zur Last fallen, zu ersparen.

Von Bühler *) hat die Instruction, welche die großherzgl. badische Regierung über das Verfahren zur Kyanisirung der Hölzer gegeben hat, mitgetheilt.

---

*) Technische und administrative Bemerkungen über die Eisenbahnen des west- und nordwestlichen Deutschlands, Belgiens und des Elsaßes. Stuttgart, 1846.

Dieses Verfahren besteht im Wesentlichen darin, daß man eine Lauge aus Quecksilbersublimat (Doppelchlor-Quecksilber) und Wasser bereitet, wobei man nach englischen Erfahrungen für das vortheilhafteste Verhältniß hält 1 Pfund Sublimat auf 15 Gallonen oder 2,7778 C. F. Wasser zu nehmen. Die rein bearbeiteten Hölzer werden in einem im Lichten 31,0 Fuß langen, 8,4 Fuß breiten und vom Boden 4,4 Fuß hohen wasserdichten Trog zwischen dünnen Leisten aufgeschichtet und in dieser Lage 14 Tage erhalten, wobei der Trog sorgfältig zugedeckt wird. Nach Ablauf dieser Zeit werden die Hölzer mit Wasser abgespült, abgekehrt und in der freien Luft getrocknet, was in 14 bis 21 Tagen geschehen ist.

Da Quecksilbersublimat ein sehr starkes Gift ist, so ist große Vorsicht bei der ganzen Operation nöthig und schon deßhalb auch das kyanisirte Holz nicht zu Allem brauchbar.

Der Zweck ist eigentlich, den Eiweißstoff, der sich in den Poren des Holzes befindet, welcher in warmer und feuchter Luft in Gährung und Fäulniß übergeht und auf diese Weise auch die Holzfasern faulen macht, durch das Sublimat zu neutralisiren und zu verdrängen.

Aber Bühler bemerkt schon, wie die Kyanisirung nach der beschriebenen Weise das Holz nur auf einige Linien Dicke durchdringe, das Innere eines stärkeren Holzstückes also am Faulen nicht verhindere, wozu noch kommt, daß nach englischen Angaben das Quecksilbersublimat bei erhöhter Temperatur verdunstet und also nach einiger Zeit wirkungslos wird.

Die Engländer haben deßhalb eine andere Methode der Imprägnation erfunden, indem sie das Sublimat durch hydraulische Pressen in das Innere des Holzes zu bringen suchen, wobei der Cubikfuß ungefähr zwei gGr. zu kyanisiren kostet.

Im Allgemeinen scheinen die bisherigen Erfahrungen über das Kyanisiren des Holzes nicht ganz günstig und ich möchte bemerken, daß, wenn es auch gelingen sollte, den Eiweißstoff im Holz ganz zu neutralisiren, man damit doch nicht allen Einfluß von Wärme und Feuchtigkeit auf das Holz aufheben wird.

Könnte man den Proceß der Natur, den sie bei Versteinerung des Holzes (Durchsinterung) vornimmt, nachahmen und denselben auch in mäßig langer Zeit bewirken, so würde man freilich ein Material gewinnen, was noch vortheilhafter als Stein wäre, und warum sollte dieses zu erfinden unmöglich sein?

Achter Abschnitt.

Zimmerarbeiten.

Sechsundfünfzigstes Kapitel.

Roste in Fundamente.

Man unterscheidet Pfahlroste und liegende Roste.

Der Pfahlrost besteht aus reihenweis senkrecht eingerammten hölzernen Pfählen (Taf. II. Fig. 46 u. 47), welche die Räume unter den Fundamenten begränzen und einnehmen. Auf dieselben werden längs den Fundamentlängen horizontale Schwellen oder Holme gelegt, welche mittelst Querhölzer, die durch sogenannte Schwalbenschwänze in die Holme eingelassen sind, mit einander verbunden werden, welche man in ihrer Lage neben einander verwechselt, um nicht die Holme zusehr zu verschwächen.

Die Dicke der Pfähle richtet sich nach ihrer Höhe und kann man für die geringste Stärke derselben neun Zoll C. M. in der Art annehmen, daß man für jeden Fuß Höhe 1/4 Zoll zusetzt, so daß demnach ein Pfahl von 12 Fuß Höhe 12 Zoll dick wird. Voit will dagegen, daß der Pfahl so viel Zoll dick sein soll, wie er Fuß lang ist*), welches bei 12 Fuß dieselbe Dicke, bei 24 Fuß Höhe aber 2 Fuß Durchmesser statt 1 Fuß 3 Zoll machen würde.

Nach Gilly**) sollen die Pfähle unter sich 3, 3 1/2 bis 4 Fuß, aber nicht leicht darüber auseinanderstehen und zwar in jeder Reihe abwechselnd.

Ich muß die Entfernung von vier Fuß für zu weit halten, wenn das Gebäude massiv, das Fundament und die reinen Mauern hoch sind, in welchem Falle ich drei Fuß als die größte Weite betrachte.

Gilly und Voit sind der Meinung, daß jede Holzart im Feuchten fast unvergänglich und es insofern gleichgültig sei, aus welcher Holzsorte die Pfähle beständen. Ich kann dieser Meinung aus Erfahrung nicht beistimmen.

---

*) Handbuch der landwirthschaftlichen Baukunst, 2ter Thl. S. 75.

**) Handbuch der Landbaukunst, 1ter Thl. S. 332.

Bei dem Bau der Kattenburg zu Cassel hatte ich Gelegenheit, mehrere sehr alte Holzfundamentirungen zu untersuchen.

Die älteste lag unter den Fundamenten eines runden Thurmes, den wir an der westlichen Ecke des alten Schlosses fanden und den wir für noch älter wie das alte Schloß halten mußten, weil sich dieser Thurmfundamente mehrere fanden, die in keiner regelmäßigen Beziehung zum alten Schloß standen, während ihre Bauart derjenigen der ältesten Burgthürme und damit der römischen Castelle ähnlich war. Diese Holzconstruction bestand aus vielen, kaum einige Fuß von einander entfernten Pfählen von etwa acht Fuß Länge und kaum ebenso viel Zoll Dicke. Das Holz war schwammig, von bläulich grauer Farbe und gleichsam erweicht, aber doch nicht in seiner Textur zerstört oder gänzlich unhaltbar geworden. Wiewohl ich mir einige Kenntniß der Texturen der verschiedenen Holzarten zutraue, so war es mir doch in dessen gegenwärtigem Zustande unkenntlich; mehrere, besonders darüber befragte, erfahrene Zimmerleute haben solches aber nach einiger Untersuchung übereinstimmend und mit größter Bestimmtheit für Erlenholz erklärt, welches schon von Vitruv*) für vortrefflich zu diesem Gebrauch erklärt wird. Die specifische Schwere des Erlenholzes beträgt nach Borgnis**) 0,800, nach Rondelet***) 0,655 und nach Schmidt†) 0,800. Der Grund und Boden war Lehm, der tiefer unten in einen sehr nassen Triebsand überging.

Eine zweite Holzconstruction befand sich unter dem nach der Fulda gerichteten Flügel des alten Schlosses, der von Landgraf Heinrich I. oder dem Kind erbaut war††). Die Construction bestand aus einem liegenden Rost und das Holz war zwischen dem seine Zwischenräume ausfüllenden Mauerwerk zu einer kohlschwarzen dünn=blätterigen Masse verfault, die bei Berührung in blätterige Streifen zerfiel. Der Grund und Boden war derselbe wie bei den Erlenpfählen, jedoch wohl minder feucht. Alle sachverständige Anwesenden haben es mit mir für Eichenholz gehalten, wovon namentlich die Zimmerleute sich vollkommen überzeugt hielten.

Der dritte Rost, der sich auffand, lag unter dem Flügel des alten Schlosses nach der Stadtseite, welcher von Landgraf Philipp dem Großmüthigen gegründet und von dessen Sohn Wilhelm V. fortgebaut worden war. Er war liegend und bestand aus Buchenholz, welches auswendig rothfaul, inwendig aber noch fest und ziemlich gut erhalten war.

Angenommen, daß der erstgenannte Pfahlrost, wenn er nicht gar aus der Römerzeit herrührte und jener Thurm Ueberbleibsel eines römischen Castells war, doch zu dem Hof gehörte, den hier Conrad I., Herzog der Franken und König der Deutschen, hatte†††), also wenigstens aus dem Anfang des zehnten Jahrhunderts herrührte, während der zweite von dem Ende des dreizehnten Jahrhunderts datirte, und der letzte aus der Mitte des sechzehnten Jahrhunderts abstammte: so war das Erlenholz des ersten bei einem Alter von neun Jahrhunderten am besten erhalten, während das Eichenholz bei drei Jahrhun-

*) Vitruv. Libr. II. cap. IX.

**) Mecanique usuelle, pag. 343.

***) L'art de batir, pag. 58.

†) Anfangsgründe der Mathematik. 2 Thl., pag. 150.

††) Rommels Geschichte von Hessen. Thl. II. S. 61.

†††) Ebendaselbst a. a. O.

derten höherem Alter wie das Buchenholz, gänzlich verfault war. Es ist jedoch zu bemerken, daß, während die Erlenpfähle im Erdboden steckten, die beiden andern Roste mit Mauerwerk, das mit Kalkmörtel aufgeführt worden, umgeben waren, so daß es nicht unmöglich wäre, die liegenden Schwellen hätten sich länger erhalten, wenn das nächst denselben befindliche Mauerwerk, wie es sich gehört, mit Lehm gemauert gewesen wäre. Der Erdboden war an den drei Orten gleich, nicht eigentlich gänzlich naß, aber auch nicht trocken zu nennen und wohl am feuchtesten bei dem Pfahlrost.

Die Pfähle werden vor dem Einrammen unten zugespitzt und angebrannt, welches dienlicher Weise mit dem ganzen Pfahl geschieht, da die verkohlte Oberfläche der Fäulniß widersteht. Die Holme und Riegel werden gewöhnlich 9 bis 10 Zoll C. M. stark genommen, welches bei massiven und hohen Gebäuden für hinreichend gehalten wird.

Der liegende Rost unterscheidet sich von dem Pfahlrost nur dadurch, daß bei demselben keine Pfähle angewendet, auch wohl Holme und Riegel etwas dichter zusammengerückt werden. Man nimmt unter ein zehn Fuß breites Fundament fünf Reihen Holme und werden die Riegel von Mitte zu Mitte 3½ Fuß bis 4 Fuß entfernt.

Ueber die Holme sollen nach gewöhnlichen Vorschriften 3 bis 4 Zoll starke Bohlen gelegt werden, welches ich für durchaus fehlerhaft erklären muß; denn es ist keinem Zweifel unterworfen, daß diese Bohlen mit der Zeit verfaulen, und somit dem auf demselben lastenden Gewicht keinen Widerstand entgegensetzen werden, das Gebäude also Jahrhunderte lang sich beständig etwas senken wird. Dieses ist ein anderes bei den Holmen und Riegeln der Roste, denn da die Gefache zwischen denselben ausgemauert werden, die mit dem Fundament zu einer festen Masse erhärten, bevor die Holme verfault sind, so geben diese Gefache den künftigen Aufstand des Gebäudes. Ueberaus fehlerhaft wäre es gar, die Gefache unter den Bohlen nicht auszumauern.

Die von Gilly und Voit anempfohlene Aufkämmung der Holme auf Querschwellen statt der Vereinigung derselben mit Riegeln, die mit Schwalbenschwänzen eingelassen sind, muß ich ebenwohl tadeln, da eben dabei die Gefachausmauerung erschwert und die Absicht des Rostes, gleichförmige horizontale Lagen zu bilden, verfehlt wird. Die Aufkämmungen würden frühzeitig ausfaulen, und es ist ein Nachtheil, denjenigen Theil der Holzhöhe, die nicht trägt, zu vermehren, wozu noch kommt, daß dabei die Holme durch die gegenüberstehenden eingelassenen Riegel nicht verschwächt werden dürfen, da die Riegel eben gar nicht gegenüber stehen, sondern verwechselt werden sollen. Auf die Holme lege ich rauhbossirte Steinplatten von der Länge der Fundamentbreite und einer Breite nach Vorkommen. Bei einem Gebäude von größter Höhe und Stärke habe ich die Platten zehn Zoll dick genommen. Wo Platten fehlen, können große Steine solche einigermaßen ersetzen.

Siebenundfünfzigstes Kapitel.

Sprießung von Fundamentgräben, Spundwände, Fangwände, Tunnelunterspriеßungen.

Sobald die Fundamentufer die Besorgniß erregen, daß sie einrütschen könnten, welches bei lockerem Boden in größerer Tiefe allemal stattfinden muß, so ist ihre Sprießung nothwendig.

Diese geschieht, indem man die Ufer mit 2½ bis 3 Zoll starken Bohlen horizontal aussetzt und sodann gegen einander über in Zwischenräumen von 5 bis 6 Fuß aufrechte Bohlen aufstellt, zwischen denen die eigentlichen Sprießen horizontal, aber am Hirnholz etwas keilförmig nach unten hin zugeschärft, mit schweren eisernen Hämmern eingetrieben werden (T. II. Fig. 48), wobei vorausgesetzt wird, daß die Fundamentgräben nach oben hin sich um etwas, wenn auch nur sehr weniges erweitern. Wie nun die Fundamentmauern in die Höhe wachsen, werden Bohlen und Sprießen allmälig weggenommen. Die Sprießen dienen zugleich zur Auflage der Rüste-Bohlen, auf denen die Erde von einem zum andern Gerüste aufgeschaufelt wird, und nach diesem Endzweck richtet sich ihre Zwischenraumsweite in der Höhe. Zu den Verkleidungs-, Sprießungs- und Rüstebohlen kann jede wohlfeile und leichte Holzart verwendet werden, gewöhnlich nimmt man in unsern Gegenden dazu Fichtenholz. Hat der Erdboden der Fundamentufer einige Festigkeit, so ist es nicht nöthig, solche vollständig mit Bohlen zu verkleiden, sondern es genügt, die horizontalen Bohlen in Zwischenräumen anzubringen und damit die aufrechten Bohlen an den Sprießpunkten zu kreuzen.

Eine Construction von Zimmerarbeit, die in der Erde und im Wasser vorkommt, ist die Spundwand (T. II. Fig. 49 a b); sie besteht aus unmittelbar an einander stehenden und mittelst Nuthe und Feder vereinigten oder verspundeten Pfählen. Ihre Absicht ist eine Construction, z. B. die innere Verbindung eines Stromwehres, gegen das Eindringen des Wassers zu schützen. Ich habe diese Construction verschiedentlich ausführen wollen, gestehe aber, daß mir die Ausführung nie Genüge gethan hat, denn es ließ sich beim Einschlagen der Pfähle das Ausweichen derselben aus der Nuthe nicht ganz entschieden verhindern, durch welches Ausweichen aber der ganze Endzweck verfehlt wurde, und der Vorschlag, die Federn und Nuthen schwalbenschwanzförmig zu machen, wurde unausführbar befunden, weil die Friction beim Einschlagen dadurch so sehr vermehrt worden wäre, daß die Federn eher abbrachen als die Pfähle sich an einander fortschoben. Ich will übrigens dieses unvollkommne Resultat nicht unbedingt der Construction, sondern dem Grund und Boden zuschreiben, der für eine solche Construction nicht fest sein darf.

Der Spundwand nahe verwandt ist der Fangedamm. (T. II. F. 50 u. 51.) Wenn es nöthig ist, einen Ort in einem Strom oder Wasser trocken zu legen, um an demselben eine Construction, z. B. das Fundament eines Brückenpfeilers zu erbauen, so wird diese Stelle mit zwei Reihen von nicht sehr starken Pfählen umgeben, an denen Bohlen befestigt werden, so daß die beiden Pfahlreihen gleichsam zwei Dielenwände bilden, worauf der zwischen denselben befindliche Raum mit Kies und Erdboden ausgefüllt und die Ausfüllung möglichst festgestoßen wird; damit nun die Wände bei dem Feststoßen nicht auseinander weichen, so werden besonders bei hohen Fangedämmen die Pfähle durch Querhölzer oder sogenannte Holme zusammen gehalten.

Zu den Vorbereitungsarbeiten beim Bauwesen, die der Zimmermann macht, gehört auch die Unterfangung des Gebirges bei Tunnelbauten in losem Gestein, besonders die Auszimmerung der sogenannten Richt- oder Förderungsstollen. Ein solcher Richtstollen, den man so hoch und breit macht, daß in demselben die größeren Erdwaggons ohne Hinderniß auf einer Schienenbahn passiren können, also etwa 10 Fuß breit und 9 Fuß hoch, wird gewöhnlich nur durch isolirt stehende Wandsäulen (Thürstöcke), die durch Quersturzhölzer (Kappen) vereinigt sind, in Entfernungen von um und bei drei Fuß unterstützt; wenn aber das Gebirge von sehr loser Beschaffenheit ist, so daß man einen starken Schub de

selben fürchten muß, so ist auch eine Verbindung dieser Thürstöcke und Kappen nach der Länge des Tunnels nothwendig, welche durch kurze Schwellen und Rahmenstücke und durch Jachbänder zwischen Säulen und Rahmen hergestellt werden kann, wobei es denn nöthig ist, diese Auszimmerung bundweise vorräthig zu haben, um sogleich, wie der Raum gewonnen ist, demselben Sicherheit geben zu können. Die Gewinnung des Raumes geschieht, indem die Planken (Spreizen) hinter den Thürstöcken und über den Kappen eingetrieben werden. Sie müssen dicht aneinander schließen, wenn Triebsand vorhanden ist. Auf ähnliche Weise wird die Untersprießung für das Gewölbe gemacht. Ich habe übrigens schon oben bei den Tunnelgewölben bemerkt, daß ich es für besser halte, den Tunnelbau in beweglichen Gerüsten (Schildern) gleich nach der ganzen Größe desselben Fuß für Fuß zu betreiben, und sowie man mit der Ausräumung vorrückt, alsbald die Ausmauerung vorzunehmen.

Achtundfünfzigstes Kapitel.

Fachwerkswände.

Man unterscheidet äußere oder Umfassungswände und innere oder Scheidewände.

Erstere sind entweder Vorder- und Hinterfrontwände in der nach der Straße oder dem Haupteingang gewendeten Seite und der solcher gegenüberstehenden Seite; oder Giebelwände in den Seiten, über denen sich gewöhnlich Dachgiebel befinden. Die inneren Wände sind entweder Mittellängewände, welche mit den Frontwänden parallel das Gebäude theilen, oder Querwände, Scheidewände, die mit den Giebelwänden parallel laufen. Die in den Fachwerkswänden vorkommenden Bauhölzer sind Schwellen, Sosen oder Blattstücke, Riegel, Säulen und Bänder oder Streben.

Schwellen sind diejenigen wagerecht liegenden Bauhölzer, welche den Wänden als Basis dienen und solche tragen.

Grundschwellen oder Hauptschwellen nennt man die des unteren Stockwerkes, Saumschwellen die Schwellen der obern Stockwerke, insofern solche in den äußern Wänden liegen.

Das beste Holz dazu ist nach allgemeiner Erfahrung Eichenholz, dann folgt unter den Laubhölzern Ulmen- und Eschenholz.

Erlenholz wird nicht dazu gewählt, weil es in freier Luft gar sehr dem Wurmstich unterworfen ist. Dem Buchenholz, Espen- und Birkenholz wird nicht nur gleicher Mangel, sondern auch daß es stockig wird, nachgesagt. Vom Nadelholz sind Kiefern, Weißtannen und Lerchen brauchbar, Fichten aber ganz unbrauchbar, weil sie in gar kurzer Zeit verfaulen.

Was die Stärke der Schwellen betrifft, so haben in neuer Zeit einige Schriftsteller die Meinung verbreitet, daß hohe Schwellen eine unnöthige Holzverschwendung wären. Ich kann dieser Meinung, besonders in Ansicht auf Grundschwellen, aus Erfahrung gar nicht beipflichten. Die Grundschwelle muß das Gewicht des ganzen Gebäudes tragen und auf die Fundamente vertheilen; es hat dieselbe also besonders bei üblem Baugrund eine sehr wichtige

Function zu erfüllen, und ich habe genug alte Gebäude gesehen, die ihren ganzen Zusammenhalt nur einer tüchtigen Grundschwelle verdankten. Die Breite der Schwelle richtet sich nach der Dicke der Wand, die wieder durch die Dicke der Wandsäulen bestimmt wird, deren Verhältnisse weiter unten angegeben werden. Die Höhe der Grundschwelle sollte aber immer einige Zoll mehr betragen, als ihre Breite.

Es ist ohne Zweifel am vortheilhaftesten, wenn Schwellen nach ihrer ganzen Länge aus Einem Stücke bestehen, da dieses aber bei beträchtlichen Längen wegen der dazu erforderlichen hohen und geraden Baumstämme schwer zu haben ist, so werden die längern Schwellen aus einzelnen Stücken zusammengestoßen. Man wählt den Stoßpunct wo möglich an einem Ort, wo derselbe durch Verbindung mit einer andern Schwelle gesichert wird.

Bei jeder Verbindung von zwei Bauhölzern kommen folgende Regeln zur Anwendung:

1) keines der beiden Holzstücke im Zapfen oder Kamm so sehr zu verschwächen, daß dadurch das Verhältniß des gegentheiligen überwiegend werde und Brüche entstehen können;

2) bei der Construction der Zapfen- und Kämme muß die fasernartige Textur, nach der das Holz leicht abspaltet, berücksichtigt und müssen deßhalbige üble Folgen beachtet werden;

3) die Zusammensetzung muß nach allen Richtungen, nach denen eine Ausweichung möglich ist, verwahren;

4) sie muß so eingerichtet sein, daß sie dem Aufschlagen des Gebäudes kein Hinderniß entgegen stelle.

Die beste Zusammensetzung der Schwellen, (T. II, F. 52) ist diejenige mit französischen Blättern, welche zehn bis zwölf Zoll lang gemacht werden *).

Das Ueberkämmen der Schwellen auf den Ecken geschieht mit dem Schwalbenschwanzkamme.

Das Oberblatt desselben wird ein und einen halben Zoll stärker gemacht, als das Unterblatt, weil in jenem die Ecksäulen eingehauen werden müssen. (T. II, F. 53).

Der Kamm wird Einen bis Einen und ein Viertel Zoll hoch gemacht.

Die Längeschwellen werden mit den Quer- und Giebelschwellen, (T. II, F. 54) mittelst des Schwalbenschwanzblattes verbunden. Das Blatt wird ungefähr halb so stark, wie die Schwelle hoch ist, gemacht.

Die Grundschwellen sind durch den Vorsprung der Sockelmauern dem Verfaulen ausgesetzt, weil das von dem Gebäude herablaufende Regenwasser sich auf diesem Vorsprung sammelt und in die Fuge zwischen Schwelle und Sockelmauer eindringt. Es wird daher eine verbesserte Einrichtung der Sockelmauer dadurch gemacht, daß man solche auswendig auf sechs Zoll Höhe der Schwelle bündig anlegt und hierauf erst den Sockelvorsprung beginnen läßt.

Die Sosen oder Blattstücke sind die oberen horizontalen Verbindungshölzer der Fachwerkswände.

Zu den äußeren Sosen nimmt man wo möglich Eichenholz, (T. II, F. 55), welches überhaupt, wo es zu haben ist, vorzugsweise zu allen Theilen der äußeren Wände verwendet wird. Zu den inneren Sosen kann auch minder gutes Holz genommen werden. Die Stärke der Sosen richtet sich in Absicht auf ihre Dicke

*) Leideritz Ausführliche Anleitung zur Zimmerkunst. Dessau und Leipzig 1800. Ein vortreffliches Buch, dessen Grundsätze ich vielfältig erprobt habe.

nach der Wanddicke und diese wieder nach der Dicke der Säulen. Die Höhe der Sosen kann in der Regel einen Zoll weniger betragen, wie ihre Dicke. Die beste Art, die Sosen unter sich zusammen zu setzen (T. II. F. 56), ist mit dem Hackenzapfen. Auf den Ecken werden dieselben auf die Kehrung gestoßen und von oben mit einer eisernen Klammer zusammengehalten.

Mittellängesosen werden mit den Quersosen am besten ebenso wie die Mittellängeschwellen mit den Querschwellen mittelst des Schwalbenschwanzblattes in Verbindung gesetzt, wobei es übrigens nothwendig ist, daß in geringerer Entfernung, wie die einer Gefachweite, das Holzstück, an dem sich das Blatt befindet, durch eine Säule unterstützt sei, damit solches durch den Druck der Balken nicht könne abgespaltet werden.

Uebrigens sind an den Giebeln und in den Querwänden die Sosen und Schwellen füglich zu entbehren, indem man die Säulen des unteren und oberen Stockwerkes in die Giebelbalken einzapft, wodurch eine wesentliche Holzersparung erlangt wird, und, wie ich mich nicht bloß theoretisch, sondern auch practisch durch vieljährige Erfahrung überzeugt habe, kein Nachtheil entsteht.

Zu den Säulen wird in der Regel Eichenholz genommen, Tannenholz ist, weil es sich biegt, dazu unbrauchbar.

Nach der Stärke der Säulen richtet sich die Stärke der Wände, und der dazu gehörigen Holzstücke.

Ich richte mich nach der von Huth angegebenen Regel *): „Man nehme zur geringsten Stärke eines Zimmerstücks ohne Länge 6 Zoll und thue bei senkrecht stehenden $\frac{1}{8}$ Zoll in der Stärke hinzu.“

Es versteht sich, daß hierbei eine ganz ungewöhnliche Belastung einer Fachwerkswand auch ungewöhnliche Rücksichten erfordert.

Gewöhnlich nimmt man die Säulen Einen Zoll mehr dick als breit an, wo denn jene Berechnung das Maaß für die Breite gibt.

Die Säulen werden in Schwellen mit Sosen und Zapfen eingesetzt, die man den dritten Theil so stark, wie die Dicke der Säule beträgt, zu machen pflegt (T. II. F. 57), und ihnen dabei eine Länge von $3\frac{1}{2}$ bis 4 Zoll gibt. Die Zapfen werden mit den Hölzern, in denen sie stehen und mit denen der Zapfen allemal parallel lauft, verbohrt, und mit Nägeln aus einem festen und trocknen Holz genagelt.

Auf den Ecken der Gebäude werden die Zapfen der Säulen, welche in Hölzern stehen (T. II. F. 58), die auf die Kehrung zusammengesetzt sind, in einem Winkel ausgearbeitet.

Außerdem werden solche an Endhölzer geächselt (T. II. F. 59), d. h. zum Theil ausgeschnitten, um am Ende Holz zu lassen. Die Entfernung von den Säulen in den Wänden beträgt gewöhnlich von Mitte zu Mitte 3 bis 4 Fuß.

Zu den Riegeln wird in den äußeren Wänden Eichenholz genommen, in den inneren Wänden aber können minder gute Holzarten angewendet werden; die Riegel werden ebenso dick wie die Wände gemacht, können aber mehrere Zoll weniger hoch sein. Sie werden in die Säulen eingezapft und darin vernagelt. Man bringt soviel Reihen Riegel zwischen Sose und Schwelle an, daß die Gefäche ungefähr quadratisch werden.

Die Wandbänder sind ein sehr wesentlicher Theil der Fachwerkswand. Denn da die Fachwerkswand, wenn sie bloß aus Schwellen, Sosen, Säulen

---

*) Vermehrtes und verbessertes Handbuch für Bauherrn und Bauleute. Halle 1795. S. 20 §. 6.

und Riegeln bestände, lediglich aus Vierecken zusammengesetzt wäre, so würde eine Verschiebung derselben um so mehr möglich sein, als die Zusammensetzung ihrer Art nach und mit dem Stoff, aus dem sie besteht, nicht wohl äußerst präcis gemacht werden kann.

Die Wandbänder werden aber schräg gestellt und dienen daher zur Bildung von dreieckigen Gefachen, deren Verschiebung nicht möglich ist.

Diese Bildung dreieckiger Gefache geschieht, indem man dieselben in den Schwellen und den nächsten Säulen einzapft; die Einzapfung derselben in den Schwellen, welche Gilly und Andere empfehlen, muß ich verwerfen, da der Zweck des Bandes dadurch verloren geht, welches in diesem Fall nur noch eine schief stehende Säule ist.

Die Wandbänder werden in den Außenwänden stets von Eichenholz gemacht und ist ihre Dicke und Breite derjenigen der Säulen gleich zu machen.

Je höher die Bänder die Säulen fassen, desto leichter werden sie deren Ausweichen verhindern.

Ich halte es für gut, jedesmal Wandbänder anzubringen, wo sich Eckfäulen oder Bundsäulen, d. h. solche Säulen befinden, die zugleich ein Theil einer mit der Wand in Verbindung stehenden andern Wand sind.

Von der Construction von Fachwerkswänden findet sich im Alterthum kein Beispiel; sie sind eine traurige Erfindung des Nordens und ein Theil einer Behelfsbauart, welche die Armuth des Nordländers nothwendig macht und die um so mehr beklagenswerth ist, als nicht nur ihre Zusammensetzung unvollkommen ist und eine Menge von Constructionsunannehmlichkeiten bei den damit in Verbindung stehenden Weißbinder-, Schreiner- und Schlosserarbeiten hervorbringt, sondern auch wegen baldiger Vergänglichkeit der Nutzen ihrer Anwendung nur gering ist und in manchen Fällen ganz verschwindet; es würde manche Fachwerkswand nicht erbaut sein, wenn man dabei vorher einen richtigen Vergleich zwischen den Kosten massiver Wände und solcher von Fachwerk gemacht hätte.

Außer der vorbeschriebenen Construction der Fachwerkswände, welches die in Deutschland größtentheils übliche ist, gibt es noch mehrere andere Constructionen hölzerner oder theilweis hölzerner Wände.

Dahin gehört die französische Fachwerkswand, welche sich dadurch von der deutschen unterscheidet, daß darin keine Riegel vorkommen, daß die Säulen schwächer, aber häufiger sind und daß die Bänder durch mehrere derselben durchlaufen, so daß selbst die Säulen in diesen Bändern eingezapft sind.

Eine andere Art Holzwand ist die Blockwand, wo das Bauholz unmittelbar auf einander gefügt und auf den Ecken übereinander gekämmt ist. Dieselbe findet sich in den nördlichsten Gegenden Europa's, auch in den Sennhütten der Alpen.

Eine Zusammensetzung aus starken Bohlen, die in gleicher Art aufeinander gefügt und auf den Ecken übereinander gekämmt sind, wie sich solche an den Bauernhäusern in der Schweiz findet, ist dieser Construction ähnlich. An den Bauernhäusern im Altenburgischen werden die Bohlen an einzelne Säulen, die in großen Zwischenräumen stehen, angeschroben.

Neunundfünfzigstes Kapitel.

Von Gebälken.

Bei der Construction der Gebälke sind wir nicht ganz ohne Vorbilder aus dem Alterthume, besonders sind uns dergleichen in den Basiliken erhalten. Im Ganzen genommen wählten die alten Römer gern eine Ueberwölbung für ihre Zimmer, Säle und öffentliche Gebäude, allein Gebälke waren auch sehr häufig. Ihre Construction möchte der noch heut zu Tag in Italien am meisten gebräuchlichen sehr ähnlich gewesen sein. Ihr System ist in seiner Art dem System der gothischen Gewölbe verwandt: nemlich man strebt dabei, die Lasten auf einzelnen Puncten und Linien zu vereinigen und diese nun möglichst zu verstärken, während die übrigen Theile des Gebälkes alsdann um so leichter gemacht werden. Die Last des ganzen Gebälkes ruhet nemlich auf einem oder mehreren Trägern, welche sehr stark sind, während die theils auf den Trägern, theils auf den Umfassungsmauern ruhenden eigentlichen Balken sehr schwach sind, welches bei der geringen Länge, auf welche sie frei tragen, recht wohl thunlich ist; übrigens liegen sie nahe beisammen, welches wiederum die Bedeckung des Gebälkes, d. h. die Construction des Fußbodens nöthig macht, da derselbe aus einem Bretterbelag besteht, der die Balken kreuzt und auf dem Backsteine nach dem Kornähren-Verband aufgeplattet sind.

Normand *) gibt für die Proportionen der Träger und Balken, welche auf diese Weise construirt sind, folgende Regeln:

Die Träger müssen in Entfernungen von zehn bis zwölf Fuß liegen; sie sollen wenigstens Einen Fuß lang in der Mauer ruhen und an ihren Enden oder Köpfen durch eiserne Bolzen, welche durch die Mauer und auswendig durch eiserne Anker von drei Fuß Länge zur Vermeidung von Ausweichungen, befestigt sein. Die Zwischenräume dieser Träger werden durch die Balken bedeckt, welche soweit von einander entfernt liegen, daß ebenso viel Holz, als leerer Raum ist; diese Balken haben gewöhnlich eine Dicke von sechs Zoll im Quadrat auf eine Länge von 12 Fuß, und die Balken Einen Fuß Höhe und Breite bei 15 bis 18 Fuß Länge. Die Art und Weise der Aufplattung der Balken auf dem Träger ist verschieden. Die einfachste, solche mit ihren Köpfen ganz in die Träger einzulassen, wobei die Oberfläche des Trägers in drei Theile getheilt wird, so daß der mittlere Theil Holz bleibt und jeder der andern ausgehauen wird, dürfte am wenigsten zu empfehlen sein, indem dabei der Träger nicht nur sehr verschwächt wird, sondern auch kein Zusammenhalt des Balkens mit dem Träger stattfindet. (T. II. F. 60.) Besser ist daher die von Normand angegebene Aufplattung der Balkenenden mit einem ganzen Schwalbenschwanzkamme, welcher kaum einige Zoll stark zu sein braucht.

Eine andere Art, wo längs den Trägern schwache Balken in der Art angebracht werden, daß sie auf Eisen, welche um die Träger und die anliegenden Balken gekröpft sind, ruhen, in diesen schwächern Balken aber nun die Querbalken eingezapft sind, hat die Absicht, unten gleiche Decken zu bilden.

Dergleichen Gebälke sind aber für Wohngebäude nur in einem warmen Klima geeignet; in dem nördlichen Europa muß die Balkendecke zugleich die

*) Le Vignole des ouvriers II. P. pag. 17 et 18.

Wärme des Zimmers erhalten; die Balken müssen dick sein und ihre Zwischenräume sind auszufüllen. Die Balken werden deßhalb an den Seiten eingefalzt oder, wie man sagt, gekruppt, um die mit Strohlehm umwickelten Holzstücke in dieselben einzusetzen. Man legt die Balken in Zwischenräumen von 3 bis 4 Fuß von Mitte zu Mitte, wobei jedoch das letztere Maaß nur bei Gebäuden, in denen die größte Sparsamkeit geboten ist, angewendet und dabei vorausgesetzt wird, daß die Balkenfelder und Balken keine beträchtliche Last zu tragen haben.

Ich richte mich hinsichtlich der Stärke der Balken auch nach der Huthischen Regel, welche lautet: „man nehme zur geringsten Stärke eines Zimmerstücks ohne Länge 6 Zoll und thue bei horizontalliegenden Zimmerstücken, als bei Trägern und Balken, auf jeden Fuß ihrer Länge, soweit sie frei liegen und von keiner Wand unterstützt sind, ¼ Zoll in der Stärke hinzu."

Es ist gut, die Balken mehr hoch als breit zu machen. Keferstein will, daß sich die Höhe zur Stärke verhalte, wie 3 zu 2. Leideritz ist dagegen der Meinung, daß dieses Verhältniß sich nicht wohl aus einem runden Stamm arbeiten lasse, und daß es besser sei, statt dessen das Verhältniß von 6 zu 5 anzunehmen. Wir glauben, es komme darauf an, ob die Balken gekruppt werden oder nicht, im ersteren Falle möchte das Leideritzische Verhältniß vorzuziehen, in dem andern aber wenigstens, wenn die Balken nicht aus einstämmigem, sondern aus geschnittenem Holze verfertigt werden, das von Keferstein angegebene Verhältniß recht wohl anzuwenden sein.

Die von Rondelet gemachten Erfahrungen und die daraus abgeleiteten Theorien *) beweisen, daß die Festigkeit von Gebälken gleicher Breite im quadratischen Verhältniß der senkrechten Decke der Balken steht, im einfachen Verhältniß der Breite und im umgekehrten Verhältniß des Zwischenraums der Balken. Es wird also bei gleicher Breite und gleicher Länge von Gebälken, wo auch die Balken gleich weit auseinander liegen, die Festigkeit des Gebälkes, dessen Balken acht Zoll senkrechte Dicke haben und wo einer von dem andern acht Zoll entfernt wäre, zur Festigkeit eines andern Gebälkes von übrigens gleichen Dimensionen, wo nur die Balken sechs Zoll senkrechte Höhe bei acht Zoll Zwischenraum hätten, sich verhalten wie das Quadrat von 8 sich verhält zu dem Quadrat von 6 oder wie 64 zu 36, d. i. wie 16 zu 9, also beinahe noch einmal so groß sein. Die Quantität des Holzes, welches die Balken zu acht Zoll Höhe enthalten, verhält sich zu derjenigen der Balken von sechs Zoll, wie vier zu drei: so bringt Ein Drittheil Holz mehr fast eine doppelte Festigkeit hervor **). Endlich wenn in zwei Gebälken, die aus Balken von gleicher Länge und sechs Zoll Dicke und Höhe bestünden, welche in dem einen Gebälke neun Zoll, in dem andern aber sechs Zoll von einander entfernt wären, so würde dieses letztere 1½ mal so stark sein, wie das erstere.

Rondelet bemerkt ferner, daß er nach einer sehr großen Zahl von Beobachtungen und Untersuchungen gefunden habe, daß um ein Gebälke zu construiren, welches hinlänglich fest wäre, es nöthig ist, daß, wenn die Balken ebenso weit von einander entfernt sind, wie sie dick sind, sie den vier und zwanzigsten Theil ihrer Länge zur Höhe haben müssen.

---

*) Rondelet Liv. 6. pag. 132.

**) Es findet sich hier, wie leider so häufig in den französischen Werken, in der Ausgabe von 1817 ein wesentlicher Druckfehler, denn das zweite Gebälke ist bei sechs Zoll Höhe zu 6 Zoll Zwischenraum angegeben, was offenbar auch acht Zoll heißen soll.

Den Trägern soll man den achtzehnten Theil der Länge, auf welche sie freitragen, zur Höhe geben.

Er hält es für besser, daß solche ebenso hoch als breit gemacht würden, weil die cylinderförmigen oder conischen Baumstämme, wenn ihre Jahresringe weniger zerschnitten sind, mehr Stärke und Steifigkeit haben.

In Gegenden, wo lange und starke Bauhölzer schwer zu haben sind, findet man Gebälke, die aus kurzen Hölzern in der Art zusammengestückt sind, daß diese abwechselnd mit einem Ende auf den Mauern ruhen und in andere sie kreuzende Balken eingezapft sind. Auch werden auf diese Weise Striche miteinander verbunden und durch dieselben quadratische Felder gebildet, über welche hernach schwache Balken, auf den Trägern ruhend, angebracht werden. Solche Gebälke sind sehr elastisch und deßhalb nicht geeignet, ausgefüllt und von unten getüncht zu werden.

Zuweilen sind so starke Träger nöthig, daß man solche nicht leicht aus ganzem Holze erhalten kann. Der Endzweck solcher Träger kann wohl sein, ein sehr weit freitragendes Gebälke zu unterstützen oder auch ein besonderes Gewicht, z. B. einen Thurm, der auf dem Gebälke stehen muß, zu tragen.

In diesem Falle lehrt die Zimmerwerksprofession, mehrere Stämme in der Art zusammen vereinigen, daß sie einen gleichen Endzweck erfüllen, als wenn sie zusammengewachsen wären. Man nennt dergleichen Verbindungen verzahnte oder armirte Balken.

Die ältere Methode bestand im Wesentlichen darin, daß zwei oder mehrere Balken, sägeförmig in der Art ausgearbeitet, daß Zähne oder hakenförmige Abschrägungen sich aus der Mitte nach beiden Enden hin aufsetzten, auf einander gelegt und mittelst Schrauben an einander befestigt wurden.

Der untere Träger mußte dabei Ein Stück sein, die obern konnten aus mehreren Stücken bestehen. Diese Construction hat nur die Schwierigkeit, daß sie eine Genauigkeit der Arbeit erfordert, die mit einem so rohen und veränderlichen Material fast unmöglich erlangt werden kann. Auch springen diese Zähne in gradspaltigem Holz zuweilen ab.

Leideritz hat daher eine andere Art von Verdoppelung angegeben, welche diese Mängel nicht hat und die ich practisch erprobt und vortrefflich gefunden habe. Sie ist folgende:

Zuerst legt man (T. II. F. 60 u. 61) den Unterbalken aa an jedem Ende auf ein Lager, und untersucht dann, wie viel er sich durch seine eigne Schwere senkt, soviel nun seine Senkung beträgt, legt man ihn bei a höher, als seine Enden bei b c liegen.

Hierauf legt man die obersten Balkenstücke dd und ee auf ihn, und stößt sie in f genau aneinander. — Damit aber dieses Zusammenstoßen aufs genaueste geschehen möge, bedient man sich dabei nicht bloß der Säge, sondern auch des Hobels, und zwar des letzteren deßwegen, damit das Rauhe, was der Schnitt der Säge hinterläßt, durch diesen weggenommen werde. Denn bei dem mindesten Druck, den der Balken bekäme, würde sich dieses Rauhe breit drücken und der Balken sich um etwas senken.

Nun theilet man die Länge des Balkens von g bis f und von f bis h in mehrere Theile, doch so, daß jeder Theil nicht unter drei und auch nicht über vier Fuß lang wird. Einen von diesen Theilen theilt man wieder in sieben Theile, wie bei cc angezeigt ist, und merkt auf den Punkten i rechts und links ein solches, in der Zeichnung angegebene Siebentheil, und vermittelst eines Winkeleisens die Punkte i auf der andern Seite des Balkens an. Hierauf trägt man das erwähnte Siebentheil auch rechter und linker Hand über, doch

mit dem Unterschiede, daß selbiges hier um einen Viertelzoll kürzer gemacht werden muß, als es auf der ersten Seite geschah, durch welches Verfahren diese Risse auf der andern Seite einen halben Zoll näher zusammenkommen, als auf der ersten.

Nach dieser Eintheilung nimmt man die Balken dd und ee herunter, und macht bei jedem der angemerkten Risse oder Punkte k sowohl am untern als oberen Balken, anderthalb Zoll tiefe Einschnitte, haut das Holz heraus, legt dann die Balken in ihre vorige Lage — wie T. II. F. 61 einen so behandelten Balken zeigt — und sucht sie durch überschlagene Zimmerklammern vor Verrückung zu sichern. Jetzt bohrt man die Löcher zu den Bolzen bei a, schlägt sie ein und schraubt nun dieselben so fest als möglich auf einander. Ist dieses geschehen, so werden die durch die Säge gemachten und nun über einander liegenden Einschnitte b mit einem langen Orthobel (Simshobel) geebnet.

Hierauf nimmt man eichene, oder von einem anderen harten Holze geschnittene Bohlen, die ungefähr einen Zoll breiter sein müssen, als die Balken stark sind, und die Dicke haben, daß sie die Höhe der Löcher bei b ausfüllen können. Von diesen Bohlen schneidet man solche Längen, welche ungefähr einen Viertelzoll mehr betragen, als die Länge der Löcher im Balken ist.

Da aber diese Löcher, wie schon oben erwähnt worden, von hinten gegen die andere Seite zu einen halben Zoll kürzer werden, so haben sie dadurch eine keilförmige Gestalt bekommen; es müssen also die Hirnenden dieser Bohlenstücke mit dem Hobel so lange bestoßen werden, bis sie so eingepaßt sind, daß man sie mit Gewalt eintreiben kann. Mit diesen Keilen wird gewiß der minder geschickte Zimmermann im Stande sein, einen fester verzahnten Balken herzustellen, als der geschickteste mit allem angewandten Fleiße, bei der gewöhnlichen Verzahnungsmethode nicht vermag.

Wenn der Balken auseinander genommen wird, um ihn an den Ort seiner Bestimmung zu bringen, so muß man zuvor alle Keile genau bezeichnen. Der Unterbalken wird beim Auflegen eben wieder so hoch unterstützt, als es beim Abbinden geschah. Nun werden die Oberstücke aufgelegt, die Bolzenköpfe von unten eingelassen, große Scheiben unter die Muttern gelegt, die Schrauben, um sie vor Rost zu bewahren mit Oel eingerieben und dann so fest als möglich zusammengeschraubt. Endlich werden die Keile kräftig eingetrieben und durch die Balken, von obenher, in alle Keile Nägel geschlagen.

Ich habe diese Construction bei der Erbauung eines Daches und Thurmes über einer gothischen Kirche angewendet, wo das Gebälke 49 Fuß weit frei ligt und in der Mitte einen vierzehn Fuß breiten und tiefen, dabei von den Trägern an 61 Fuß hohen Thurm zu tragen hat. Die Construction ist vollkommen gelungen. Die Zimmerleute, welche dergleichen Träger zum erstenmale in ihrem Leben verfertigten, und in künstlicher Arbeit nicht sehr geübt waren, hatten solche vertrauensvoll auf den Baumeister übernommen und nach dessen genauester Anleitung ausgeführt. Als sie aber die beiden Fichtenstämme, aus denen jeder Träger bestand, aufeinander legten und nun bemerkten, daß sich solche noch unbelastet um mehrere Zoll senkten, kam der Polirer bestürzt zu mir und zeigte mir an, daß die Träger, welche 10 Zoll breit und 20 Zoll hoch waren, nicht einmal ihr eigenes Gewicht trügen und es also unmöglich sei, den Thurm auf dieselben zu setzen. Die örtliche Untersuchung bestätigte diese Angaben, führte aber auch zur Entdeckung der Ursache. Es fand sich nämlich, daß die Zimmerleute vergessen hatten, die Schrauben der Träger anzuziehen, dieses geschah nun und drei derselben wurden gleich so straff und gerade, daß alle

Besorgniß verschwand; der vierte Träger behielt zwar noch eine kleine Senkung von etwa einem Zoll, welches von etwas weniger Genauigkeit in dessen Anfertigung herrühren mochte, aber die Steifigkeit desselben nicht beeinträchtigte. Der Thurm wurde aufgesetzt und trug sich gut*).

Mauerlatten werden diejenigen Bauhölzer genannt, welche dazu bestimmt, das Gewicht der Balken gleichförmig auf die Mauern zu vertheilen, zwischen diesen und den Balken befindlich sind. Ehemals brachte man dergleichen in allen Stockwerken an. Jetzt beschränkt man sich darauf, dergleichen nur unter dem Dachgebälke anzubringen, da doch in den Stockwerken die Mauerlatten bald verfaulen und wenn sie nicht der untern und obern Stockwerksmauer gleichgelegt werden sollen, welches der oberen alsdann einen sehr üblen Aufstand verschafft, einen beträchtlichen Vorsprung der unteren Mauer nöthig macht. Man pflegt daher gegenwärtig die Balkenköpfe unmittelbar in die Mauern zu legen, wobei es nöthig ist, dieselben wohl gegen Fäulniß, besonders in dem Fall zu verwahren, daß sehr geschwind gebauet wird. Eine trockne Ummauerung mit festen Backsteinen, welche mit dem übrigen Mauerwerk mit Lehm verbunden, zwischen Balkenköpfen und Steinen, aber trocken ist, möchte das beste Mittel sein. Was die Tiefe der Einlage der Balkenköpfe betrifft, so dürfte solche bei Backsteingebäuden eine Backsteinbreite, und bei Bruchsteinmauern nicht tiefer als 6 Zoll und nicht weniger tief als 4 Zoll zu legen sein. Eine größere Tiefe als 6 Zoll kann nicht von Nutzen sein; denn, wenn der Balkenkopf 4 Zoll von vorn abgefault ist, so wird er auch in der Zeit oben und unten, oder vielmehr ringsum, wenigstens 3 Zoll abgefault sein, also doch abbrechen müssen, er liege nun auch tief oder weniger tief in der Mauer. Hinsichtlich der Mauerlatten unter dem Dachgebälke herrscht große Meinungsverschiedenheit, ob solche inwendig oder auswendig bündig, oder auf die Mitte der Mauern gelegt werden sollen. Die Wahrheit ist, daß sie verfaulen, wenn man sie auswendig und auch wenn man solche inwendig bündig legt, und daß sie dieses auch noch mehr thun, wenn man sie in der Mitte der Mauern mit Steinen und Kalkmörtel vermauert. Ich habe an einer gothischen Kirche gesehn, daß für die auf der Mitte der Mauer liegenden Mauerlatten, geräumige Kröpfungen aus den Steinen, welche größtentheils über die ganze Dicke der Mauer durchbanden, gehauen waren, in welchen Kröpfungen die Mauerlatten ziemlich frei lagen und mit keiner Art von Mörtel verstrichen waren. Allein sie waren doch verfault. Indessen hat diese Methode doch wenigstens die Vorzüge, daß kein Holz in das Gesicht kommt, welches an massiven Gebäuden immer etwas sehr Anstößiges ist, und daß das Gewicht des Daches auf der Mitte der Mauern ruhet.

Man macht die Mauerlatten 5 bis 6 Zoll Caßler Maaß dick, auch wohl noch etwas schwächer, und nimmt dazu stets Eichenholz.

Die Balken werden auf denselben bei innern Mauern mittelst sogenannter Doppelkämme (T. II. F. 63.) aufgelegt, welche höchstens 1½ Zoll breit und 1 Zoll tief zu machen sind.

An den Enden der Balken werden ebenwohl dergleichen Doppelkämme (T. II. F. 64) gemacht, nur daß der äußere Kamm breiter gemacht wird, um mehr Holz am Balkenkopf zu behalten.

Die Aufkämmung der Balken auf die Sosen oder Blattstücke (T. II. F. 65)

---

*) Das Nähere über diese Construction findet sich in meiner schon oben erwähnten Abhandlung über die gewöhnlichen Ursachen des Verfalls der mit Spitzbogen überwölbten Kirchen u. s. w. in Crelle's Journal für die Baukunst. Band 25.

ist dieselbe. An Giebeln werden die Enden der Balken mit einem halben Schwalbenschwanzkamm aufgelegt.

Wenn einzelne Balken irgend einer, nicht vom Ort zu verlegenden Construction in den Weg kommen, so werden sie abgewechselt, d. h. sie werden ausgeschnitten und ihre Ende in Querstücke eingezapft, welche mit ihren Enden wieder in die Nachbarbalken versetzt oder eingezapft werden.

Die Zusammensetzung freitragender Balken aus mehreren, die ganze Länge ausmachenden Stücken, ist allemal eine bedenkliche Sache, besonders bei Gebälken, welche belastet werden, es kann jedoch nöthig sein, dergleichen Constructionen anzuwenden, wenn genügend langes Holz ohne sehr große Kosten nicht zu haben ist.

Ich habe eine dergleichen sehr kühne Zusammensetzung an dem von Palladio zu Vicenza nach antiker Art erbaueten Theater gesehen. Sie erfüllt ihren Endzweck vollkommen seit so langer Zeit, wiewohl die Balken (T. II. F. 66), in deren Mitte sie angebracht ist, 61 vicentinische Fuß weit frei tragen, und doch nur einen Fuß hoch sind. Es ist diese Verbindung sehr der Zusammenstückung auf den sogenannten französischen Keil ähnlich (T. II. F. 67 u. 68), nur daß das feste Aneinanderschließen nicht auf einer Verkeilung, sondern auf Nägeln beruhet. Der französische Keil (T. II. F. 69) ist übrigens eine sehr brauchbare Zusammenstückung mittelst der auch bogenförmige Hölzer zusammengesetzt werden können.

Sechzigstes Kapitel.

Dachconstructionen.

Die ältesten erhaltenen Dächer sind die der alten Basiliken in Rom, wie bereits im fünfundfünfzigsten Kapitel erwähnt ist.

Unter diesen war eins der größten und musterhaftesten das vor nicht sehr langer Zeit abgebrannte Dachwerk der Basilika des heiligen Paulus (T. II. F. 43 u. 71) außerhalb der Mauern von Rom (San Paolo di fuori).

Minder groß und weniger künstlich zusammengesetzt ist eine Construction, die in St. Clemente, St. Prassede und St. Sabina angewendet ist, und die einfachste endlich die in der Basilica St. Nereus und Achilleus verwendete. Je weiter das Gebälke frei trägt, desto complicirter ist die Construction, da die Holzstärken bei großen und kleinen Dächern wenig verschieden sind, ein Grundsatz, der durch alle Zeiten in den Zimmerconstructionen durchgeführt erscheint, den aber die wissenschaftliche Behandlung dieser Constructionen beschränkt, weil sie zeigt, daß die Tragkraft der Bauhölzer nicht in gleichem Verhältnisse, wie ihre freitragenden Längen, sondern wie oben gezeigt ist, in einem ganz verschiedenen Maaße sich verändert, so daß z. B. bei einem 50 Fuß weit freitragenden Dache keineswegs noch einmal so hohe Balken nöthig sind, wie bei einem nur 25 Fuß breiten Dachwerke. Es kann daher nach Verhältniß der örtlichen Kosten vortheilhafter sein, einfache Constructionen beizubehalten und die Bauhölzer zu verstärken, als die Wahl einer mehr complicirten Construction zu treffen, um so mehr, da starkes Holz besser den Einwirkungen der Zeit widersteht, wie schwaches.

Die, T. II. F. 43 u. 71, beigefügten Abbildungen erklären diese Constructionen der Dächer der alten Basiliken.

Sie unterscheiden sich wesentlich von den im Mittelalter und neuer Zeit im Norden üblichen Dachwerken, wenig aber von den späteren bis auf die neuesten Zeiten in Italien gebräuchlichen Dächern.

Der Unterschied der italienischen Dächer von diesen des Mittelalters beruhet nämlich nicht allein darin, daß die ersteren etwas flacher sind wie die anderen, sondern besonders auch darin, daß die italienischen Dächer nur aus weit von einander stehenden sogenannten Dachbindern bestehen, die durch Dachrahmen oder Dachfetten vereinigt sind, über welchen dann die sehr nahe liegenden, aber sehr schwachen Sparren befindlich sind, während bei den nordischen Dachconstructionen zwischen diesen Dachbindern, d. h. der eigentlichen Halt und Festigkeit gebenden Zusammensetzung, sogenannte Leergebinde sind, die durch wenige horizontale Holzstücke oder Dachrahmen mit den Bindern vereinigt sind, und mit denselben unmittelbar die Dachbedeckung tragen.

Da die italienischen Dächer flach sind, so ist eine Construction, die sie nach ihrer Länge gegen den Schub sichert, nicht so wesentlich wie bei steilen Dächern, indessen ist sie doch auch bei den ersteren nicht ganz überflüssig, und Palladio hat dieses z. B. in der interessanten Construction des Dachwerkes über dem von ihm in Vicenza erbauten Theater, T. II, F. 72, durch das unmittelbar unter der Firste angebrachte Rahmenholz b gewahrt. Man sieht, diese Construction hat im Wesentlichen dieselben Motive, wie das Dachwerk von St. Paulus außerhalb der Mauern von Rom, nur ist es wesentlich holzersparender, da die Sparren und Dachbalken, Verdoppelungen des letzteren in jenem vermieden sind, wogegen freilich die Sparren in Palladio's Dach etwas verschwächt sind.

Im Mittelalter sind besonders die Dächer der sogenannten gothischen, d. h. in der Spitzbogengewölbebauart aufgeführten Gebäude bedeutend.

Rondelet bemerkt, daß mit dieser Architektur, deren Erfindung er, wie ich glaube, irriger Weise den Völkern des Nordens zuschreibt, in allen Ländern, wo solche Eingang gefunden habe, der Gebrauch hoher Dächer und spitzer Giebel eingeführt worden sei, und ist der Meinung, daß die wenigst hohen Dächer doch gleichseitige Dreiecke gewesen wären. Ich will nicht in Abrede stellen, daß es Dächer gothischer Gebäude gebe, welche so hoch und selbst noch höher sind, allein es ist irrig, daß sie wenigstens so hoch gewesen wären, sie sind vielmehr nicht selten niedriger und es gibt auch Kirchen dieser Bauart mit ganz flachen Dächern, wie z. B. die Kirche von Batalha in Portugal und die Kapelle von Heinrich VII. bei der Westminster-Abtey in London.

Ich habe dabei bereits oben erwähnt, daß die hohen Dächer die Ursache des Unterganges vieler Gebäude dieser Bauart sind, wegen der großen Gewalt, die der Sturmwind auf dieselben ausübt, welche nothwendig die Gewölbe erschüttern und solchen den Untergang bringen muß.

Es ist bekannt, daß die Theorie der Mechanik flüssiger Körper noch nicht zu dem Grade wissenschaftlicher Vollkommenheit ausgebildet sei, welcher vollkommne Uebereinstimmung mit der Erfahrung gibt; indessen wird die gewöhnliche Theorie hierbei doch in soweit zu einem Vergleich des verschiedenen Druckes der Luft auf Dachflächen von verschiedener Neigung dienen können, als die Erfahrung die Größe des Resultates nicht so sehr bestätigt, als vielmehr dieselbe noch erhöhet.

Nach dieser Theorie würden sich zwei gegen verschiedene Flächen mit ungleichen Neigungswinkeln gehende Windstöße verhalten, wie die Stoßflächen, multiplicirt mit den Quadraten der Sinuse der Neigungswinkel, also z. B. der

Stoß auf gleichgroße Dachflächen, welche unter 120 Grad dem Windstoße entgegenständen, ist zu dem Stoß, welcher mit dem anfallenden Stoß einen Winkel von 135 Grad macht, wie das Quadrat des Sinus von 135° zu dem Quadrat des Sinus von 120° oder wie 4,999,904 : 7,499,906, d. i. ungefähr wie 2 : 3; nehmen wir nun, daß bei gleichgroßer Grundfläche die Dachseite des rechtwinklichten Dreieckes sich zu der des gleichseitigen Dreieckes verhält wie 21,2 : 30, also auch ungefähr wie 2 zu 3, so ist die Gewalt, welche derselbe Windstoß auf das erstere Dach ausübt, $2\frac{1}{4}$mal so groß, wie auf das andere, angenommen, daß Beide Grundlinien von gleicher Länge haben. So bedeutend ist dieser Unterschied bei einer Veränderung des Neigewinkels um nur 15 Grade. Dabei ist aber das Dach, welches ein rechtwinklichtes Dreieck bildet, immer noch ein ziemlich steiles Dach.

Außer dem Dachfall ist auch noch die Zusammensetzung der Dächer dieser Bauart, wie schon oben erwähnt ist, von derjenigen der italienischen sehr wesentlich verschieden.

Bei den ersteren kommen gewöhnlich keine Dachfetten und Dachleisten vor. Die Dachlatten oder Bretterverschaalungen sind vielmehr unmittelbar auf die Hauptsparren genagelt, welche Sparren dagegen näher beisammen von Mitte zu Mitte ungefähr drei bis vier Fuß angebracht sind und in Leergespärre und Dachbinder unterschieden werden. In diesen letzteren befinden sich die Säulen, welche das Dach unterstützen, die man Stuhlsäulen nennt, welche nach der Länge des Daches laufende horizontale Holzstücke, die man Dachsosen oder Dachrahmen nennt, tragen, mittelst deren die Stuhlsäulen in den Dachbindern untereinander verbunden sind. Auf diesen Dachsosen ruhen die Kehlbalken, sowohl diejenigen, welche sich zwischen den Bindersparren befinden, als die damit gleichliegenden Kehlbalken der Leergespärre. Um den Stand der Säulen zu sichern, sind an denselben Jochbänder angebracht, welche mit Schwalbenschwanzblättern in dieselben und die Kehlbalken eingelegt sind. Außerdem finden sich Streben in diesen Dächern zur Vertheilung und Verminderung des Schubes und nach der Tiefe der Dächer sich kreuzende Streben oder sogenannte Zangen, um dem Schub des Daches von einem Giebel zum andern Widerstand entgegenzusetzen. Die Hauptbalken sind bei Dächern von beträchtlicher Breite gewöhnlich aus drei Stücken zusammengesetzt, so daß das mittlere Stück das Hauptschiff, die beiden Endstücke aber die Seitenschiffe bedecken, indem sie über den Säulenreihen, welche Hauptschiff und Seitenschiff von einander trennen, auf eine gewöhnlich nicht sehr kunstreiche Weise in einander gezapft sind.

Auf diese hohen Dächer folgte die Erfindung und Einführung der sogenannten französischen, von Franz Mansard geschaffenen Dachconstructionen. Es war unmöglich, daß die vielen Nachtheile allzu steiler und hoher Dächer sich nicht mannigfaltig bemerklich gemacht hätten, man wollte sie durch die Mansardendächer vermindern und zwar auf die seltsamste Weise, indem man die obere Spitze derselben hinwegnahm, durch ein sehr flaches Dach ersetzte, dem unteren Theil des Dachwerks aber eine Construction gab, die solche zu einem nutzbaren Raum machte; ich sage, diese Auskunft war die seltsamste, weil es doch einleuchten mußte, daß, wenn der obere Theil des Daches flach sein konnte, auch der untere nicht steil zu sein brauchte, und daß man, wenn man noch nutzbaren Raum haben wollte, denselben leichter und besser durch ein weiteres Stockwerk mit einem flachen Dach über den ganzen Raum erlangen mußte, wodurch das Gebäude offenbar ein besseres Ansehen und einen höheren Werth bekam.

Auf das Mansardendach folgte das Dach, dessen Scheitel einen rechten

Winkel macht, und welches alle innere Unbequemlichkeit und äußere Unvollkommenheiten hat.

Die Dachconstructionen, welche in gegenwärtiger Zeit üblich werden, sind sehr mannigfaltig. Das Dach wird in der heutigen Baukunst oft nicht anders betrachtet als ein nothwendiges Uebel, und in der That könnte man es ganz entbehren, wie gern würde man Plattformen an seine Stelle setzen. Man wird also stets streben, solches mindest kostspielig zu machen. Dazu kommt, daß nach den Formen moderner Gebäude solches dem Auge am wohlgefälligsten erscheint, wenn es minder steil ist, womit auch der geringste Kostenaufwand verbunden sein wird, wenn sein Fall nicht so gering wird, um ungewöhnliche kostspielige Materialien zu seiner Bedeckung zu erfordern. Es kommt also darauf an, ausfindig zu machen, welche Neigung des Daches die mindest flache ist, welche das Gebäude, auf dem es errichtet wird, gestattet.

Diese Aufgabe hat Rondelet zu lösen geglaubt, indem er als ausgemacht annimmt, daß sich der Fall des Daches nach der Temperatur der Gegend richten müsse, so daß, da man sich in der heißen Zone statt der Dächer nur horizontaler Terrassen oder Plattformen zu bedienen brauche, schräg geneigte Dächer nur bei den Wendekreisen anzufangen brauchten, alsdann aber in der Art deren Neigungswinkel von den Wendekreisen ab zuzunehmen hätten, daß man die Breite des Wendekreises von derjenigen des Ortes, an dem das Dach erbauet werden soll, abzöge und den Rest als Neigung des Daches annähme. Die hieraus folgenden Resultate mit mehreren bekannten Gebäuden verschiedener Gegenden verglichen, gäben eine überraschende Uebereinstimmung. — Indessen würde man an denselben Orten auch genug solche finden, die gar nicht damit übereinstimmten, und ist überhaupt das ganze Prinzip irrig. Ich werde weiter unten bei der Lehre von den Dachbedeckungen zeigen, daß man keine derselben als wasserdicht annehmen könne, wenn sie nicht aus Theilen besteht, welche sich bei Temperaturwechsel ausdehnen und zusammenziehen können, ohne daß dadurch die Ableitung des Regenwassers gefährdet wird. Der Temperaturwechsel ist aber im Süden ebenso groß, ja noch größer wie im Norden, denn wenn es im Süden auch nicht so kalt wird, so wird es doch heißer wie im Norden.

Sodann ist es nicht die Kälte, welche das Regenwasser durch die Dachbedeckungen treibt, sondern das Gefährlichste für diese sind heftige Platzregen von Windstürmen begleitet, und diese sind so heftig und häufig, ja noch heftiger und häufiger im Süden, wie im Norden. Auch ist es ganz irrig, anzunehmen, daß im Süden die dort befindlichen Plattformen wasserdicht seien. Neapel hat auch Plattformen, aber ich habe es selbst gesehen, wie Gewitterregen recht tüchtig durchdringen; auch ein anderer deutscher Architekt hat dort keine ganz wasserdichte Plattform auffinden können. Nur beachtet man im Süden ein solches Durchregnen weniger, weil das Haus mit seinen steinernen Fußboden, freiliegenden Balken u. s. w. eher darauf eingerichtet ist und dort die Plattformen so große Annehmlichkeiten haben. Damit die einzelnen Theile einer Dachbedeckung das Regenwasser gehörig ableiten können, müssen sie schräg geneigt und überschoben sein; es kommt daher darauf an, bei welchem Grad von schiefer Neigung und Ueberschiebung dieselben im Stand sind, das Regenwasser noch vollkommen abzuleiten; dieses richtet sich also nach Beschaffenheit des Materiales und nach Gesetzen, die im Süden und im Norden vollkommen gleich sind.

Vieljährige Beobachtungen haben mich überzeugt, daß wenn der dreieckige Durchschnitt, den das gewöhnliche Satteldach bildet, ein Fünftel der Breite zur Höhe hat, dieses im deutschen Klima eben noch genügt für Schieferdächer und bei

zwei Neuntel Höhe für Ziegeldächer, vorausgesetzt, daß das Dach keine Winkel und Kehrungen hat, wie sie durch Dachfenster, Giebel und dergl. so häufig herbeigeführt werden und welche bei steilen Dächern wie bei flachen sehr verderblich sind. Man thut übrigens wohl, den Dachfall etwas steiler zu machen.

Was nun die Construction der Dachverbindungen selbst betrifft, so beschränkt sich dieselbe bei dem Dach von geringer Breite auf die Zusammensetzung von Balken, Sparren und Kehlbalken, und nimmt man gewöhnlich an, daß man sich dieser Construction bis zu dreißig Fuß freitragender Weite bedienen könne. Bei weiterer Spannung wendet man dagegen stehende und liegende Dachstühle an, d. h. man unterstützt die Dachverbindung mit senkrechten (stehenden) oder schräg geneigten (liegenden) Säulen, welche horizontale, nach der Länge des Daches laufende Rahmenhölzer oder sogenannte Dachsosen tragen, mit denen sie durch Jochbänder (schräge Unterstützungen) in Verbindung stehen.

Die stehenden Stuhlsäulen müssen stets auf Mauern oder Wänden des Gebäudes stehen, die liegenden werden gewöhnlich so nahe an den Sparren angebracht, daß sie noch auf den Außenmauern stehen, oder doch von den Außenwänden nicht weit entfernt sind. Auch habe ich freistehende Dachstuhlsäulen in schiefer Stellung bei Kirchen mit wesentlichem Nutzen angewendet, da bei einer solchen Stellung die Emporlaubensäulen diese schrägen Stuhlsäulen unterstützen konnten, während bei senkrechter Stellung diese Säulen auf dem leeren Gebälke gestanden hätten, welches als höchst fehlerhaft betrachtet werden muß, so oft auch dergleichen Stellungen bei unvollkommenen Gebäuden vorkommen.

Bei größeren Weiten, auf welche Balken ohne Unterstützung frei zu tragen haben, werden nun Hänge- und Sprengwerke angebracht. Die Hauptgrundsätze von dergleichen Constructionen, die in der vielfachsten Anwendung vorkommen, sind:

1) Ein vollkommenes Gleichgewicht der sich gegenüber stehenden und entgegenwirkenden Theile dieser Constructionen.

2) Eine hinreichende Stärke aller Holzstücke für die Lasten, welche sie zu tragen haben, wobei also besonders darauf zu sehen ist, daß die zur Unterstützung von Vereinigungspunkten der Construction angewendeten Hölzer hinreichend stark seien.

3) Ist als Regel anzunehmen, daß ein Holzstück, welches in einem geringern Winkel als 45° gegen den Horizont geneigt ist, nicht mehr trägt, und auch insofern es zur Spannung dient, diesen Endzweck nicht ohne einiges Nachgeben gegen den Horizont erfülle.

4) Ist nicht allein in ökonomischer Hinsicht, sondern auch zur Verminderung unnützer Belastung dasjenige Hänge- und Sprengwerk das beste, welches aus der geringsten Menge von Bauholz construirt ist.

5) Bei solchen Dachconstructionen, die außer ihrem eigenen Gewicht auch noch dasjenige eines andern Gegenstandes, z. B. eines Thurmes, zu tragen haben, ist es nöthig, daß dieses Gewicht so viel als möglich von den schwächsten Punkten der Construction entfernt und gleichförmig in derselben vertheilt werde.

Solche künstlichere Zusammensetzungen können in Fällen, wo ein großes Dachwerk nahe Unterstützungen nach der Queere hat, durch die Dacheinrichtungen nach der Angabe von Crubsacius vermieden werden.

Sie sind der italienischen Dachconstruction insoweit ähnlich, als nur die eigentlichen Dachbinder fehlen und die Dachfetten entweder auf den Giebeln und Zwischengiebeln im Innern des Gebäudes, die aus Mauerwerk oder auch aus Fachwerk bestehen, liegen, auf welchen Dachfetten sodann wieder leichte Dachsparren und auf diesen die gewöhnlichen Dachbedeckungen ruhen. Crub-

facius läßt diese Dachfetten 24 bis 30 Fuß weit freitragen und macht solche dabei 12 bis 15 Zoll stark.

Zur Sicherung gegen Verschiebung sollen noch sogenannte Sturmlatten, d. h. schräg unter den Dachflächen angebrachte, von dem Bord zur Firste diagonal steigende Bauhölzer angewendet werden, eine Dachverbindung, welche bei solchen Dachconstructionen überhaupt, die keine horizontale Verbindung mit Dachsosen oder Dachrahmen haben, von wesentlichem Nutzen ist.

Zur Vermeidung von Häng- und Sprengwerken dienen auch Bohlendächer, deren es nach älterer italienischer und neuer deutscher Construction gibt.

Man schreibt deren Erfindung gewöhnlich dem französischen Architekten Philibert de Lorme zu, welches ein großer Irrthum ist, indem schon die oberen Kuppeln der Marcuskirche zu Venedig dergleichen Bohlenconstructionen haben. Diese Kuppeln sind aus einfachen und doppelten Bogensparren zusammengesetzt, welche mit einander umwechseln. Die doppelten bestehen aus drei- bis vierzölligen tannenen Stollen, denen an beiden Seiten 1½zöllige Tannen-Bohlen angefüttert sind. Die Stollenstücke sind durch ein langes Blatt mit einander verbunden. Diese Sparren werden durch vier merkwürdige horizontale Ringe im Schluß erhalten, welche die Sparren nicht unterbrechen, sondern über denselben um einen Zoll eingeschnitten sind, so daß sie nur auf starken Kragsteinen ruhen, welche an einen Sparren um den andern durch zwei starke Nägel befestigt sind (Taf. II. Fig. 69 b). Die Ringe bestehen aus einer Verdoppelung von zwei Bohlen über einander und oben aus einem Stollen. Die Zwischenräume der Sparren betragen unten am Anfange 15 Zoll. Die doppelten Sparren laufen nicht bis obenhin, sondern werden zwischen den beiden höchsten Ringen einfach. Die im Innern der Cuppel angebrachten Streben und Zangen dienen dazu, die auf der Cuppel befindliche sogenannte Laterne zu tragen, auch theilweis, um bei dem hohen und schlanken Verhältniß der Cuppel einer nachtheiligen Seitenrichtung derselben vorzubeugen; zu der eigentlichen Zusammensetzung der Cuppeln sind solche aber außerwesentlich.

Die Cuppel der Kirche Santa Salute zu Venedig, welche Rondelet beschrieben hat, ist im Wesentlichen den Cuppeln der Marcuskirche ähnlich.

Diese Constructionen sind weit besser und vollkommener als die, welche zur Zeit der Wiedergeburt der classischen Künste und später in Frankreich und Deutschland meistentheils nach dem Systeme französischer Zimmermeister mit großer Holz- und Arbeit-Verschwendung ausgeführt wurden.

Rondelet hat die Kosten des in einem solchen Systeme ausgeführten Domes des Invaliden-Gebäudes in Paris mit dem Aufwand verglichen, welchen derselbe erfordert haben würde, wenn er nach dem Systeme der Cuppel von Santa Salute erbauet wäre und gefunden, daß er in diesem Falle statt 116,712 Franken nur 35,424 Franken gekostet haben würde.

Eine alte Bohlendachconstruction über einem rechteckigen Raume ist die an dem sogenannten Salone (großen Saal) zu Padua. Derselbe ist im Lichten ungefähr 264 Casſler Fuß lang und 91 Fuß weit und mit Bohlensparren, welche die Form von Spitzbogen haben, überwölbt, ihre Zusammensetzung ist dem Auge nicht ersichtlich, nach glaubwürdiger Versicherung besteht aber jeder Sparren aus drei Stücken, die mit einem doppelten Blatte zusammengesetzt sind. Die einzelnen Sparren sind dabei etwa drei Fuß von Mitte zu entfernt und haben eine Dicke und Breite von höchstens zehn Zoll. Eine Verbindung derselben nach der Länge findet nur durch die ziemlich starke Bohlenverschaalung, die mit Blei bedeckt ist, statt. Queer durchlaufen Eisenverbindungen, die in der

Art wechseln, daß ein Sparrengebind um das andere unten am Anfange des Bogens und die zwischenliegenden in der Mitte verbunden sind.

In neuerer Zeit hatte Gilly in Berlin eine Bohlendachconstruction angegeben und sehr empfohlen, deren Hauptmotiv ist, daß die Bogensparren durch zwei, drei und mehrere mit verwechselten Fugen auf einander genagelte Bohlenstücke gebildet werden und nach der Länge (Tiefe) der Wölbung mit verkeilten Latten verbunden werden sollen. Es kosten aber dergleichen Bedachungen nicht nur sehr viele, wenn auch schwache, Bohlen und sehr viele Nägel, sondern auch sehr viel Arbeitslohn. Ich habe daher bei hölzernen Cuppeln eine Zusammensetzung der Bogensparren aus starken Bohlen und auf den französischen Keil (Taf. II. Fig. 69), und eine Queerverbindung mit eingeschobenen Bohlenstücken, deren Einnuthung schwalbenschwanzförmig ist, um so mehr besser und billiger gefunden, als man diese Construction, wenn man die Hölzer abhobeln läßt, zugleich benutzen kann, um die zur Verzierung dienenden Cassaturen zu bilden.

Die eigentlichen Häng- und Sprengwerke, die in den letztvergangenen Jahrhunderten, besonders in Frankreich und Deutschland, erbauet worden sind, hat man bei übermäßiger Höhe mit einer überaus großen Holzverschwendung aufgeführt und sie dabei so sehr complicirt, daß durch das Verderben eines einzelnen Theiles gar leicht großer Schaden entstehen kann. In diese Kategorie gehören z. B. Dachwerke über den älteren Reithäusern, Kirchen und anderen weites Freitragen der Gebälke erfordernden Gebäuden der Zeit. Jetzt kann man annehmen, daß solche in mancher Hinsicht besonders wegen Holzverschwendung, Feuergefährlichkeit, unmäßiger Schwere u. s. w. verwerfliche Constructionen nicht mehr gemacht werden, denn man hat einsehen gelernt, daß flachere Dächer dauerhafter sind als hohe Dachwerke, und indem man zu den einfacheren Constructionen der älteren und neueren italienischen Dächer zurückgekehrt ist, mannigfaltige Vortheile erlangt. Den eingebildeten Vortheil von vermeintem nutzbarem innern Raum, den die steilen Dächer gewähren sollen, hat man bei den flachen Dächern durch wirklich nutzbaren Raum ersetzt, indem man die Kniedächer, d. h. solche Bedachungen, anwendete, bei denen die Sparren nicht unmittelbar auf dem Gebälke stehen, sondern die Mauern oder Wände der unteren Stockwerke noch um die Höhe von Fensterbrüstungen unterm Dach aufgeführt und von denselben Mauerlatten oder Rahmenhölzern getragen werden, auf welchen die Sparren ruhen. (Man sehe Fig. 134 u. 161.)

Hierzu gehören auch die Bestrebungen von Moller in Darmstadt und denen, die sich zu gleichen Grundsätzen bekennen, wozu man auch die Schinkel'sche Architekturschule in Norddeutschland rechnen kann. Moller's System oder das sogenannte Knotensystem ist nichts anderes als das System der oben beschriebenen Dachwerke der alten römischen Basiliken und hat den großen Beweis seiner Vorzüglichkeit darin, daß diese Dachwerke in vorzüglich gutem Stand sind, während die viel später erbaueten Dächer über den Kirchen der Spitzbogengewölbebauart jetzt fast überall, wo sie nicht schon erneuert sind, dem Untergange nahe sind. — Aber übertroffen werden diese Constructionen noch durch die in der neuesten Zeit in England, Frankreich und Deutschland gemachten Combinationen von Holz und Eisen zu Dachverbindungen (Taf. II. Fig. 73 u. 74).

Die Anschauung solcher Constructionen in der Zeichnung ist derselben nicht eigentlich günstig, sie erscheinen daselbst schwächlich und gewagt, wenn man aber Gelegenheit hat, dieselben in der Ausführung kennen zu lernen und sich

von ihrer Haltbarkeit und Zweckmäßigkeit zu überzeugen, so kann man nicht umhin, ein Anhänger derselben zu werden.

Sie kommen jetzt besonders auch in Deutschland vielfältig in Anwendung bei Bedeckung der auf den Eisenbahnhöfen erforderlichen großen freien Räume, wie z. B. bei Personenhallen, Wagenremisen, Güterschuppen und Werkstätten. Hinsichtlich der speciellen Erörterung über Beschaffenheit, Stärke und Zusammensetzung der dazu gehörigen Eisenstücke verweise ich auf den Abschnitt von den Metallconstructionen.

Die Holzverbindungen dabei sind sehr einfach und bedürfen keiner besonderen Erläuterung.

Zu den künstlichen Bedachungen gehören auch noch die Dächer über vielseitigen Grundrissen, z. B. Achtecken u. dergl., die, wenn sie in der Mitte frei tragen sollen, nicht ohne Schwierigkeiten sind, indem es dabei nöthig wird, die Last mehrerer Hölzer einzelnen Stücken der Construction aufzuladen. Die ganze Festigkeit eines solchen Dachwerkes ruhet daher auf diesen einzelnen Holzstücken, die man demnach vollkommen genügend stark machen muß.

Dächer über unregelmäßigen Grundrissen mit ein- und ausspringenden Winkeln, ungleichen Seiten u. s. w. sollte man so viel als möglich ganz vermeiden, denn dergleichen Unregelmäßigkeiten haben soviel Nachtheile in ihrem Gefolge, daß sie durch Künsteleien in der Construction nicht gut gemacht werden können.

Kann man sie nicht vermeiden, so ist dabei Hauptregel, daß man das Gleichgewicht unregelmäßig sich gegenüberstehender ungleicher Sparren und Dachstuhlconstructionen nicht verloren gehen lasse.

Zu den complicirten Constructionen der älteren Zimmerwerkskunst gehörten auch steile Thurmspitzen, die neuere Architektur weiset aber dergleichen disharmonische Formen zurück und oft sind solche auch durch die Landesgesetze wegen der häufigen Unglücksfälle, die ihre Erbauung und Unterhaltung herbeiführt, verboten.

Die Stärke der in den Dachconstructionen vorkommenden horizontalen und vertikalen Hölzer richtet sich nach den dafür gegebenen allgemeinen Regeln. Für die Sparren bestimmt Huth dieselbe Stärke wie für vertikale Hölzer, nehmlich zur geringsten Dicke ohne Länge 6 Zoll und für jeden Fuß der Länge $^1/_8$ Zoll Zusatz. Die Sparren werden gewöhnlich aus einstämmigem Tannenholz gemacht und wenn das Dach inwendig nicht anders als vom Boden sichtbar ist, nur sehr wenig beschlagen, man nimmt das Zopfende obenhin so, daß alsdann der obere Theil des Sparren etwas schwächer wird, wie der untere; für gewöhnliche Ziegel- und Schieferbedeckung wird es vollkommen genügen, wenn der untere Theil des Sparren so stark wird, wie obige Regel ergiebt.

Liegende Dachstuhlsäulen werden, nach Huths Angabe, gemeiniglich 8 bis 9 Zoll dick und 10 bis 12 Zoll breit gemacht, welche Stärke allemal hinreiche, eine sehr große Last zu tragen.

Die Holzverbindungen bei Dachwerken sind sehr mannigfaltig und von besonderer Wichtigkeit.

Die Sparren werden oben an ihrer Vereinigung in einander gezapft und hält man einen Zapfen von $1^1/_4$ bis $1^1/_2$ Zoll Stärke für hinreichend, um beide Sparren mittelst eines Nagels in Verbindung zu bringen; dabei wechselt man mit den Sparrengebinden, daß man den Zapfen abwechselnd bald rechter, bald linker Hand macht.

Diese Verbindung (T. II. Fig. 75. a u. b.) ändert sich, wenn die Sparren

in der Mitte eine Hängesäule oder einen sogenannten Giebelspies zu tragen haben.

Die beste Art der Verzapfung der Sparren in die Balken zeigen die Abbildungen T. II. Fig. 76. Der Zapfen wird gewöhnlich zwei Zoll stark gemacht. Die sogenannte Aechselung des Sparren bei a macht man bei flachen Dächern bis zu 3½ Zoll lang, weil der Schub des Sparren bei denselben sich mehr der Horizontal-Linie des Faserwuchses der Dachbalken nähert, und also leichter das Holz am Balkenkopf vor sich wegsprengt. Die sogenannte Stirne des Zapfen bei b wird in einem rechten Winkel mit der Neigung des Sparren gemacht.

Die Kehlbalken werden in die Sparren mit einem 1½ bis 2 Zoll starken und 3½ Zoll langen Zapfen nach Ausweis der Abbildung gesetzt, wobei man die Stirne desselben, d. h. die untere Fläche des Kehlbalkenzapfen, womit derselbe sich gegen den Sparren stützt, nach einem sogenannten getheilten Winkel schneiden läßt, d. h. man setzt einen rechten Winkel auf die Neigungslinie des Sparren und fällt auf den Schneidepunkt eine Perpendicularlinie, die mittlere Richtung zwischen dieser Linie und dem auf der Neigungslinie stehenden rechten Winkel gibt die Richtungslinie der Stirne.

Wenn es an langem Holze fehlt, so kann es nöthig sein, nicht allein die Dachbalken, sondern auch lange Sparren aus mehreren Stücken zusammen zu propfen, dieses geschieht dann an der Stelle, wo der Kehlbalken den Sparren berührt mittelst einer langen Aufeinanderplattung, welche genagelt wird.

Die Ausladung des Dachgebälkes und der Sparren über die Frontenlinien der Gebäude hinaus geschah ehemals durch sogenannte Aufschieblinge, d. h. durch schwache auf den Sparren nach einem flächeren Neigungswinkel aufgeschobene Hölzer, die über das Gesims hinaus verstreckt wurden.

Die Entstehung einer sogenannten Wasser- und Schneesackung auf der Dachbedeckung und ein sehr übles Ansehen, welches offenbar constructive Unbeholfenheit verrieth, waren davon unausbleibliche Folgen.

Es ist für die Erhaltung der äußeren Oberflächen der Gebäude von dem größten Nutzen, daß die Dachgesimse weit ausgeladen seien, es entsteht aber dadurch eine Verdunkelung des oberen Theiles des Hauses, welche, wenn nach der älteren Bauart die Fenster des oberen Stockwerkes unmittelbar unter dem Dachbord liegen, denselben viel Licht entzieht und die oberen Stockwerke zu traurigen Wohnungen macht.

Dieses fällt aber weg, wenn man die nicht genug zu empfehlende Einrichtung der Kniedächer anwendet, alsdann bleibt zwischen den Fenstern des oberen Stockwerkes und dem Dachborde ein Raum von wenigstens vier bis fünf Fuß, welcher eine Ausladung des Daches von zwei, drei und mehr Fuß ohne Schaden des oberen Stockwerks zuläßt, die dann vielmehr zur Erhaltung der äußeren Thüren und Fenster, der Tünchung, und wenn es ein Fachwerksgebäude ist, zur Erhaltung des Holzwerkes in den äußeren Wänden der Gebäude wesentlich beiträgt.

Einundsechzigstes Kapitel.

Construction hölzerner Treppen.

Man hat in neueren Schriften, besonders in Crelle's Journal für die Baukunst mit Recht gegen den Mißbrauch der hölzernen Treppen geeifert, weil solche feuergefährlich und weniger dauerhaft sind, wie steinerne Treppen. Besonders gilt dieses von den Treppen aus Tannenholz in Gebäuden von vielen Stockwerken. Bedenkt man, daß eine solche Treppe mit einem Zündhölzchen in Flammen gesetzt und dadurch den Bewohnern des Hauses der Weg sich selbst und ihre Habseligkeiten zu retten abgeschnitten werden könne, so ist es gewiß ein wesentlicher Vorzug eines Hauses, wenn es dergleichen Treppen nicht hat. Dazu kommt, daß in den meisten Fällen steinerne Treppen ohne große Mehrkosten statt hölzerner angewendet werden können; wenn man keine Quadersteine hat, so kann man Bogen von Backsteinen wölben und auf denselben Stufen aufmauern, bei denen nur der Auftritt von Bohlen construirt wird, der sich nicht leicht entzünden wird und wenn er brennt, leicht zu löschen ist.

Indessen sind doch auch hölzerne, d. h. ganz aus Holz bestehende Treppen nicht völlig zu entbehren und in der Regel wohlfeiler, leichter zu erhellen und bei manchen Formen raumersparend, so daß sie, wo jene Rücksichten der Feuersgefahr wegfallen oder minder bedenklich sind, besonders wenn man sie von gutem Eichenholz macht, mit Nutzen angewendet werden können.

Die Regeln für ihre Anlage und Verhältnisse im Allgemeinen sind dieselben wie bei steinernen Treppen.

In Absicht auf ihre innere Construction unterscheidet man Treppen aus Blockstufen und solche mit Wangenhölzern, in denen Auftritte und Stoßbretter eingesetzt sind.

Die Blockstufen enthalten eine der Construction steinerner Treppen ähnliche Zusammensetzung, nur daß man solche durch eiserne Schrauben an einander befestigt, wenn sie freitragen sollen; da sie viel Holz und Eisen erfordern, so werden sie selten angewendet, um so weniger als man sie nach Ortsverhältnissen oft in gleicher Anlage mit geringeren Kosten von Stein wird construiren können.

Die Treppen mit Wangen haben entweder aufgesattelte Stufen, wie T. III. Fig. 117 darstellt, oder die Stufen sind in die Wangen eingenuthet, wie Fig. 118. Letztere sind, wenn sie gerade sind, von sehr einfacher Construction, indem man die Auftritte aus 2 bis 3 Zoll starken Bohlen, sowie die Stoßbretter aus $^3/_4$ bis 1 Zoll starken Dielen in die $2^1/_2$ bis $3^1/_2$ Zoll starken Wangen einnuthet, die Wangen selbst aber in den Gebälken gehörig einzapft nnd befestigt.

Künstlicher und kostspieliger ist die Construction gewundener oder ausgerundeter Treppen, die runden Wangen erfordern viel Holz und müssen doch aus kleinen Stücken zusammengesetzt werden, deren Zusammensetzung große Genauigkeit erfordert und aus festem und trocknem Holze gemacht werden muß, damit sich die Treppe beim Eintrocknen derselben nicht zusammensetze und in unregelmäßige und schiefe Stellungen gerathe.

Wer die Kosten solcher gewundenen Treppen von Holz im Gegensatz zu geradlinigen kennt, wird solche gern vermeiden.

Die Treppengeländer werden häufig von Eisen gemacht, so daß nur die Handhabe, wie bei Treppen von Holz, so auch bei denen von Stein, aus Holz

gemacht wird. Häufig wird auch der Zwischenraum der Handhabe und der Treppenwange durch sogenannte Docken (Balustern) ausgefüllt, wo die schwerfälligen Balustern der älteren Zeit mit ihren geschmacklosen Rococcoformen durch schlankere Formen, die wenig Raum einnehmen und gewöhnlich aus einem feinen und festen Holz gedreht werden, verdrängt worden sind.

Die ältere Form der Handhaben (T. II. Fig. 77), wo ein Rundstab auf Anläufen ruhet, ist nicht so bequem zum Anfassen und so gut rein zu halten, wie die Fig. 78 abgebildete modernere Form.

Geländer mit ausgeschnittenen Brettern (T. II. Fig. 86, 87, 88 und 89) gehören der modernen Holzarchitektur an, sind aber doch im Innern der Gebäude, weil sie verdunkeln, nicht so zweckmäßig wie (T. II. Fig. 113, 114, 115 und 116.) mehr durchsichtige Geländer.

Zweiundsechzigstes Kapitel.

Construction der hölzernen Brücken.

Die Anwendung hölzerner Brücken selbst in complicirten Constructionen ist sehr alt. Außer der auf der Säule des Trajans abgebildeten Donau-Brücke, die von diesem Kaiser erbaut war, beweist dieses auch die Beschreibung Cäsars von seiner Rheinbrücke, welche abzubilden Leonbattista Alberti, Palladio und Scamozzi gewetteifert haben.

Man unterscheidet hölzerne Brücken mit massiven Pfeilern und solche mit hölzernen Jochen. Das hölzerne Joch ist die schwächste Seite der hölzernen Brücken, in seiner Anwendung liegt aber auch eine sehr große Verminderung der anfänglichen Auslage bei dem Baue. Die Ursache seiner Vergänglichkeit ligt an der Stelle des Pfahles, welche, wie man zu sagen pflegt, zwischen Wind und Wasser ligt, d. i. zwischen der Oberfläche des niedrigsten und derjenigen des höchsten Wasserstandes. Hier fault das Holz am schnellsten und leidet noch außerdem durch den Anfall der Eisgänge. Um diesen Nachtheil zu verhindern, hat man die Pfähle soweit mit einer Röhre von Gußeisen umschlossen und den Raum zwischen denselben und dem Holz mit Harz ausgegossen, vielleicht möchte es am besten sein, die ganzen Jochpfähle aus hohlen eisernen Röhren zu construiren.

Die Pfähle werden reihenweis nach der Richtung des Stroms gesetzt und oben durch einen Holm vereinigt. Sehr zweckmäßig ist es, die Pfähle schräg gegen einander nach der Mitte der Brücke hin zu neigen und solche durch schräge unter einander parallele Streben, welche auf die Pfähle fest gebolzt werden, zusammen zu schließen, den Theil des Joches aber, der zwischen Wind und Wasser ligt, zu verschaalen, damit er wenigstens von Eisgängen nicht leide.

Auf diese Weise sind viele Brücken in den reißenden Gebirgsströmen von Steyermark construirt.

Die Stärke der Pfähle muß sich nach der Gewalt des Stromes und besonders der auf demselben zu fürchtenden Eisgänge richten, wobei die Erfahrung die beste und wohl auch die einzige Richtschnur abgeben kann. Man vergleiche deßhalb den Zustand anderer Brücken auf demselben oder einem ander-

Strome unter gleichen Ortsverhältnissen. Was die Stärke der Brückenbahnbalken anbelangt, so will Rondelet dieselben den zehnten Theil so groß haben, wie die Weite ist, auf welche solche frei tragen.

Um die Einwirkung der Belastung einer Brücke berechnen zu können, gibt er folgende Erfahrungssätze: „Man muß wissen, daß auf einer Quadrattoise (im Gedränge) vier und zwanzig Personen zusammen stehen können, deren Gewicht im Durchschnitt die Person nur zu 125 Pfund gerechnet, eine Last von drei tausend Pfund machen würde. Auf einer gleich großen Oberfläche können nur zwei Menschen zu Pferd sein, deren Gewicht jeder zu 750 Pfund geschätzt, auf die Quadrattoise 1500 Pfund ausmachen würde, also eine nur halb so große Last wie ein Gedränge von Fußgängern. Es ist schwer, das Gewicht eines Wagen durch die Zahl der Pferde, die denselben ziehen, anzugeben, weil dieselbe von der Kraft der Pferde abhängt, welche sehr verschieden ist, so wie auch der Willen ihres Eigenthümers, sie anzustrengen. Indessen kann man nicht sehr irren, wenn man auf das Pferd 1500 Pfund für Gewicht und Ladung des Wagens rechnet, welches für einen von vier Pferden gezogenen Wagen ein Gewicht von sechs tausend Pfunden gibt. Es ist wahr, daß ein solcher Wagen eine Oberfläche von ungefähr sieben Toisen einnähme; aber man muß bemerken, daß die Belastung, welche er hervorbringt, abgesehen von den Pferden, auf die Puncte fällt, auf denen die Räder ruhen, welche sich in der Mitte eines Holzstückes, das zehn bis zwölf Fuß frei trägt, befinden können, welches auf diesem Punct die Wirkung der Belastung, die ein Menschengedränge hervorbringen würde, verdoppelt, wenn schon die Totalität der Belastung der Brücke viel geringer sein könnte, als diejenige, welche durch das Zusammenkommen einer großen Menge von Menschen oder Pferden verursacht wird.

Es ist mechanisches Gesetz, daß die Kraft eines Gewichts, welches in der Mitte einer horizontal auf zwei Stützpuncten liegenden Stange angebracht ist, der Wirkung mehrerer Gewichte, die zusammen doppelte Schwere haben, aber nach der Länge der Stange vertheilt sind, gleichkommt. Hieraus läßt sich ein leichtes Mittel ableiten, die Belastung und den Widerstand aller Puncte der horizontalen Holzstücke zu berechnen, welche die Brückenbahn tragen."

Bei Benutzung der Resultate darf aber Rondelet's Vorschrift, daß man die Stärke des Holzes zehnmal so groß machen solle, wie die Regel ergibt, nicht vergessen.

Diese Regel kommt darauf hinaus, daß, um die verticale Dicke eines Holzstückes, dessen Länge und Belastung bekannt sind, zu finden, es nothwendig ist, die Quadratwurzel aus dem Product des Gewichts und der Länge des Stück Holzes, die in Zollen ausgedrückt ist, zu nehmen, und dieselbe durch die mittlere Widerstandsfähigkeit des Holzes auf einen Quadratzoll zu dividiren. Wäre die gefundene verticale Dicke nun z. B. 12 Zoll bei 1 Zoll horizontaler Dicke, so würde die Verzehnfachung der Stärke damit erreicht, daß man die horizontale Dicke auf 10 Zoll vermehrte.

Kann man die Brückenbahnbalken nicht von so starkem Holze machen, wie es hiernach nöthig ist, so ist es möglich, die erforderliche Festigkeit dadurch zu erlangen, daß man diese Balken ganz oder theilweis verdoppelt oder, daß man sie durch schräge Strebebänder unterstützt, bei denen zu bemerken ist, daß ihr unterer Ansatz stets über den höchsten Wasserstand, also auch über den Eisgang des Flusses, über den die Brücke erbaut ist, erhöhet sein muß, das Eis würde sich sonst unfehlbar an diesen schrägen Hölzern stauen und die Brücke zerstören, auch großes Wasser ohne Eis daran schon eine gefährliche Hemmung finden. Die Stärke dieser schrägen Hölzer wird berechnet, indem man nach der oben

angegebenen Regel verfährt, daß sich die Stärke verticaler Hölzer zu den schrägen verhält, wie der Sinustotus zu dem Sinus des Neigungswinkels (gegen den Horizont), oder was dasselbe ist, indem man die in Quadratzollen der Durchschnittsfläche des für die fragliche Belastung genügenden verticalen Stück Holzes von gleicher Länge, wie die nöthige des schrägen, mit dem Sinus des Neigungswinkels dieses letzteren multiplizirt und dem Sinustotus dividirt, erhält man die Durchschnittsfläche des Stück Holzes, welches die Stärke des schrägen Holzstückes ausdrückt, und wie sich dessen damit gefundene Durchschnittsfläche zu der bezüglichen des verticalen Holzes verhält, so verhält sich dieses letzteren Stärke zu der gesuchten des anzuwendenden schrägen Holzstückes.

Die Verdoppelung der Brückenbahnbalken geschieht am besten nach dem oben beschriebenen Leideritzischen Verfahren mit Keilen.

Man nimmt in unseren Gegenden immer Eichenholz zu den Brückenbahnbalken, und zwar nicht allein zu den Jochen, sondern auch zu den Bahnbalken und deren Belage.

Tannenholz ist dazu ganz unbrauchbar, weil es in kurzer Zeit faul und stockig wird, was leider auch am Eichenholz nicht lange ausbleibt, besonders gilt dieses von dem Belag der Brückenbahn. Dieser wird gewöhnlich von drei Zoll dicken in der Fahrbahn verdoppelten und mit eisernen Schienen belegten eichenen Bohlen gemacht. Die Schienen helfen wohl etwas, um die Abnutzung zu verhindern, aber die Bohlen werden doch sehr bald faul und stockig, besonders geschieht dieses zwischen den beiden Lagen und an den Stellen, wo die Bohlen auf den Balken ruhen, wo denn auch die Balken selbst sehr leicht anfaulen.

Dieses ist denn auch der Grund, warum hölzerne Brücken, selbst wenn sie steinerne Pfeiler haben, möglichst vermieden werden sollen, es ist ihre Anwendung immer ein Nothbehelf, der nur in dem Falle gerechtfertigt werden kann, daß die im Anfang gewöhnlich viel höheren, im Lauf der Zeit aber geringeren Kosten nicht aufzubringen, oder daß die Brücke nur eine so geringe Höhe haben kann, um massive Ueberwölbungen auf die nöthigen Spannweiten unthunlich zu machen.

Ob übrigens nicht durch die heutige Vervollkommnung der Eisenconstructionen es herbeigeführt werden könne, daß man dauerhafte Belage aus Eisenplatten bilde, die auf den Bahnbalken mit möglichst geringen Berührungsflächen und von denselben durch eine Harzmörtelfuge isolirt ruheten, oben aber mit einer gehörig hohen eingekanteten Asphaltbedeckung versehen wären, will ich dahin gestellt sein lassen, da ich eine solche Construction nicht versucht habe und jede neue Erfindung neben den Vortheilen, die man davon erwartet, auch manche nicht vorherzusehende Nachtheile bringt.

Müssen auch die Unterstützungen der Brückenbahn von Holz gemacht werden, d. h. muß die Brücke Joche von Holz haben, so sind vor denselben im nordischen Klima Eisbrecher unentbehrlich.

Diese erfordern aber die größte Festigkeit in ihrer Construction, besonders wenn es wahrscheinlich oder auch nur möglich ist, daß sie Eisaufstauungen zu widerstehen haben.

Diese Festigkeit wird aber nie lange dauern, denn die Pfähle, auf denen sie ruhen, werden sehr bald zwischen Luft und Wasser faul und dann durch das Eis bald völlig zerstört. Es ist und bleibt also eine Behelfsbauart. Bei ihrer Construction muß man stets dahin sehen, daß sie das Eis nicht aufhalten, sondern nur von den Brückenjochen abweisen sollen, je leichter solches also abgleiten kann, desto leichter werden die Eisbrecher (Eisabweiser sollten sie eigentlich heißen) ihren Endzweck erreichen, daher macht man die Stellung der Holmen

derselben flach geneigt. Bloße Holzverbindungen genügen nicht zu ihrem Zusammenhalt, sie müssen auch durch starke eiserne Bänder gesichert sein.

Man hat in älteren Zeiten viel auf künstliche Häng- und Sprengwerksconstructionen gehalten, und es gab deren manche, die berühmt waren und die allerdings durch die Massen des darin verwendeten, man könnte auch wohl sagen, verschwendeten Holzes bei einer gewissen Kühnheit der Construction und einem entschiedenen Fleiß in der Ausführung imponirten. Gewiß sind die deutschen Zimmerleute ein unternehmender und kräftiger Schlag Menschen, allein solche Constructionen lagen doch meistentheils mehr in ihrem Interesse, als demjenigen des Bauherrn; sie sind in Absicht auf das vollständige Gelingen der Ausführung sehr abhängig von der Beschaffenheit eines so verschiedenen und unzuverläßigen Materiales, wie das Holz ist, und selbst im Fall eines solchen Gelingens bleibt wieder die große Veränderlichkeit und Vergänglichkeit des Holzes ein wesentlicher Vorwurf für diese Constructionen, nicht einmal zu erwähnen, daß die kaum abwendbare Möglichkeit eines kleinen Versehens in der Ausführung durch irgend ein Verschulden eines einzelnen Handwerkers üble Folgen im Großen haben kann, und daß wenn nun eine solche Construction anfängt schadhaft zu werden, meistentheils die Reparation sehr schwierig ist.

Die hölzerne Brücke bleibt, wie gesagt, immer eine Behelfsconstruction und muß als solche behandelt werden, alle kostbare Künsteleien sind dabei unzweckmäßig.

In diesem Sinne hat man zu Napoleons Zeiten mehrere hölzerne Brücken in Oberitalien über Alpenströme erbaut, wo sie vollkommen zweckmäßig erscheinen. Diese Ströme bilden nemlich sehr breite und flache, in dem größten Theil des Jahres fast trockne Kiesbetten, die nur hin und wieder etwas tiefer eingefurcht sind. Im Frühjahre, wenn der Schnee in den Alpen schmilzt, schwellen sie aber an und bedecken alsdann breite Flächen mit niedrigem Wasser.

Hier nun steinerne Brücken zu erbauen, würde wegen ihrer großen Länge nicht nur äußerst kostspielig, sondern auch wegen der geringen Höhe, die man ihnen in der ganz flachen und ebenen Gegend geben könnte, deßhalb bedenklich sein, weil man bei den nöthigen vielen Pfeilern dadurch Hemmungen der Ströme hervorbringen würde, die höchst schädliche Inundationen sehr fruchtbarer Felder hervorbringen könnten.

Eine solche Brücke befindet sich nicht sehr weit von Treviso über die Piave, T. IV. F. 90 und 91, sie ist 25 Casslerfuß breit und ihre Joche stehen 50 Fuß auseinander. Die Construction ist einfach und schnell auszuführen.

Eine andere noch einfachere Brücke der Art ist zwischen Tortona und Voghera, die Joche sind daselbst minder weit von einander entfernt. Sie ist sehr niedrig und so ist es sehr zweckmäßig, daß an derselben Strebebänder vermieden sind. Es geben diese Brücken Beispiele von Verdoppelung der Bahnbalken auf verschiedene Weise, wie die beigefügten Skizzen dieser Brücken zeigen.

Dreiundsechzigstes Kapitel.

Baumaschinen.

Die einfachste und sehr bekannte Maschine beim Bauen ist der Hebebaum, der von Eschenholz vom Wagner oder Zimmermann verfertigt wird und theils,

für sich allein, theils und sehr häufig in Verbindung mit andern Maschinen vorkommt, in einfacher und schon bekannter Anwendung. In sofern derselbe für sich allein angewendet wird, setzt man ihn unmittelbar an dem Gegenstand, gegen den er Gewalt ausüben soll, an, indem das entfernteste Ende desselben von einem oder mehreren Arbeitern in Bewegung gesetzt wird; reicht die Kraft der an demselben anzustellenden Arbeiter nicht zu, so kann man unter diesem ersten Hebel mehrere andere in das Kreuz ansetzen lassen, wodurch natürlich eine sehr große Vermehrung der Kraft augenblicklich hervorgebracht werden kann.

Die sogenannte Erdwinde (T. III. F. 93 u. 94) besteht in einem senkrechten Wellbaum, der sich mit einem hölzernen Zapfen in einer horizontalen Unterlage bewegt, während die Regelmäßigkeit der Bewegung zugleich durch eine, in Brüstungshöhe angebrachte Holzverbindung geleitet wird. An dem obern Ende des Wellbaumes sind zwei Hebebäume in das Kreuz horizontal durchgesteckt, woran die Arbeiter die Erdwinde drehen. Wenn nun die Winde in Thätigkeit gesetzt werden soll, so wird um das untere Ende des Wellbaumes, zunächst über dem Zapfen, ein Tau geschlungen, an dessen einem Ende die Last, welche fortgeschafft werden soll, befestigt ist, während das andere Ende so vielmal um den Wellbaum gewunden ist, um eine Friction zu erlangen, die hinreichend ist, einen Arbeiter, der das Ende anfaßt, in den Stand zu setzen, das Gleiten des Taues um die Welle zu verhindern. Indem sich nun derjenige Theil des Taues, an den die Last befestigt ist, aufwindet, windet sich der andere Theil wieder ab. Indessen liegt es bei einem gewöhnlichen, in seiner Höhe gleichmäßig starken Wellbaum in der Natur der Bewegung des sich aufwindenden Taues, daß solches immer höher steigen, oder wenn der sich aufwindende Theil unten liegt, immer tiefer anlegen muß, bis es an den Punkt kommt, wo der Wellbaum zu Ende ist. Wenn sich nun hier das Seil verdoppelte, so würde das Abwinden unthunlich werden, man müßte deßhalb das Seil von Zeit zu Zeit nachlassen und wieder in seine anfängliche Lage bringen, welches, da der Wellbaum nicht sehr hoch sein kann, sehr oft vorkommen muß, deßhalb viel Zeit wegnimmt und in manchen Fällen gefährlich ist. Man vermeidet diese Nachtheile daher, indem man dem Wellbaume eine nach oben conische Gestalt gibt, und den sich aufwindenden Theil des Taues untenhin legt, wodurch denn der Vortheil entsteht, daß sich das Tau, indem es nach unten gedrängt wird, doch nach oben schiebt, und so mit weniger Mühe an derselben Stelle des Wellbaumes erhalten werden kann. Dieses noch zu erleichtern, läßt man das Seil über einen Käffer gehen, welches bewirkt, daß solches stets gleiche Richtung gegen den Wellbaum behalte. Die Maschine wird während ihres Gebrauches an vorhandenen festen Gegenständen angebunden, oder wenn es daran fehlt, an eingeschlagenen Pfählen befestigt. Die Erdwinden sind gewöhnlich von Eichenholz, und man ist der Meinung, es sei am besten, wenn der Wellbaum aus einem einstämmigen Stück Holz in der Art gedrehet werde, daß der Umkreis desselben mit den Holzringen concentrisch sei. Allein die Erfahrung hat mich gelehrt, daß in dergleichen Wellbäumen die Zapfen leicht kernlos werden, d. h. sich in ihren äußern Ringen von den Holzringen des Wellbaumes ablösen, indem sie zugleich queer durchbrechen, wodurch großes Unglück entstehn kann, dem ich selbst einmal in einem solchen Fall nur dadurch entging, daß glücklicher Weise der Zapfen so tief im Wellbaum abbrach, um nicht ganz herausgleiten zu können. Zur Verstärkung solcher Zapfen habe ich auch von Stahl starke Hülsen schmieden lassen, die ich über die hölzernen Zapfen schlagen und mit vierkantigen, mit denselben zusammengeschmiedeten Kapseln in den Wellbaum eintreiben ließ, während ich

die Zapfenlöcher mit Buxen, die aus Basalt gedreht und auswendig vierkantig gearbeitet waren, aussetzen ließ.

Hinsichtlich der Taue, die zu dieser und andern Maschinen verwendet werden, ist hinsichtlich der Steifigkeit derselben zu bemerken, daß die Gewalten, welche nöthig sind, Taue, die nicht getheert sind, um verschiedene Wellen zu beugen, nach Coulomb*) sich ungefähr verhalten, wie die Anspannung der Seiler und umgekehrt wie die Durchmesser der Wellen, und daß wenn diese Gewalten durch eine Potenz m des Wellendurchmesser, welcher = d sei, ausgedrückt werden, der Werth dieses Exponenten m bei starken Seilern ungefähr = 2, bei gebrauchten Seilern = 1,5 und bei Bindfaden = 1 sei. Nasse Seiler und solche, welche getheert werden, sind etwas steifer. Bei einem aus dreißig Bindfaden zusammengesetzten Tau betrug die Steifigkeit des Seiles nach gemachten Erfahrungen bei einem Gewicht von 125 Pfund, durch welches das Seil angezogen wurde, und einem Wellbaum von 2 Zoll Dicke 11 Pfund und bei einem Wellbaum von 4 Zoll Dicke 5 Pfund.

Was ferner die Reibung der Seiler auf Wellbäumen angeht, so verhält sich nach Belidor**), wenn man das Seil über die Hälfte des Wellbaumes führt, und an der einen Seite ein Gewicht aufhängt, die Summe dieses Gewichts zu dem Druck des Seiles auf den Cylinder, wie der Radius der Welle zu ihrem halben Umkreis, d. i. ungefähr wie 7 zu 11. Hiernach kann man, da die Reibung sich verhält wie dieser Druck, die erstere für die verschiedenen Stoffe finden, wenn man gleiche Gewichte an beiden Enden des Seiles zusetzt, und nun dem einen so viel zusetzt, bis das Seil zu gleiten anfängt, welches Mehrgewicht alsdann den Grad der Reibung ausdrückt. Diese Reibung nahm nach Rondelets Erfahrungen mit den Windungen in folgenden Verhältnissen zu. Bei

einer halben Windung betrugen solche	6,16
bei 1½ Windung	14,51
„ 2½ „	34,69
„ 3½ „	83,00
„ 4½ „	198,00

wobei der Wellbaum von Eschenholz 50½ Linie Durchmesser hatte, das Seil 2 Linien dick war und das Gewicht an demselben 2 Pfund betrug.

Bei einem Wellbaum, der einen Fuß im Durchmesser hatte und einem Tau, das 6 Linien dick war, sowie bei einem Gewicht von sechs Pfund, war die Progression folgende:

bei ½ Windung	36
„ 1½ „	334

Bei einem gleichdicken Wellbaum, einem Tau von 1 Zoll Dicke und einem Gewicht von 7 Pfund:

bei ½ Windung	44
„ 1½ „	442

Bei dem Bau des Pantheons in Paris waren die vier stärksten Seile jedes 2½ Zoll dick und 25 Toisen lang, es waren solche, die man haussières nennt, und zwar vierdräthige, so daß jede Drehung aus 60 Faden bestand. Das schwächste brach bei einer Last von 4200 Pf., das stärkste bei 11,553 Pf., das dritte bei 7522 Pf. und das vierte bei 6235 Pf. Das schwächste hatte, bevor es brach, 10,522 Pf. getragen, welches beweiset, daß es irgend einen besondern Fehler hatte.

---

*) Théorie des machines simples. Paris chez Bachelier, 1820.
**) Architecture hydraulique 1. T. pag. 3.

Die beste Weise, die Stärke der Seile zu berechnen, ist nach Rondelet, die Stärke der einzelnen Drehungen, aus denen sie bestehen, zu suchen und solche mit deren Zahl zu multipliciren, wobei man zur Basis die mittlere Stärke eines Faden von einer Linie Durchmesser annimmt, welche nach Rondelets Erfahrungen 16 Pf. bei Seilen unter der Dicke eines Zolles, 15 Pf. bei denen unter zwei Zollen und 14 Pf. bei denen unter drei Zoll Dicke beträgt.

Der Haspel unterscheidet sich von der Erdwinde (T. III. F. 95, 96 u. 97) dadurch, daß er statt eines senkrechten Wellbaumes eine horizontalle Welle hat. Er wird entweder für sich allein oder als Theil anderer Maschinen angewendet, unter denen besonders nützlich ist das sogenannte Hebegeschirr. (T. III. F. 98 u. 99.) Dasselbe besteht aus zwei schräg gegen einander geneigten Bäumen oder Stelzen, welche oben an gegen einander abgekänteten Flächen ruhen, die durch einen mit Schließen versehenen Bolzen gehen, während sie unten und in der Mitte durch mehrere hölzerne Riegel, die mit eisernen Stiften versehen sind, zusammengehalten werden. Unter seiner obern Vereinigung befindet sich an eiserner Axe eine Flaschenscheibe oder ein Käffer, dessen eines Ende die zu hebende Last hält, während das andere Ende um einen Haspel geschlungen ist, der sich in Brüstungshöhe zwischen den Stelzen des Hebegeschirres befindet. So lange das Hebegeschirr auf dem flachen Boden gebraucht wird, so kann man den beiden Bäumen eine dritte Stelze zusetzen, so daß das Hebegeschirr für sich steht, wobei zum bessern Aufstand die unteren Enden der Stelzen des Hebegeschirres mit eisernen Ringen und Stacheln versehen werden; wird solches aber in den Stockwerken angewendet, so läßt man die dritte Stelze weg, stellt die beiden andern auf eine Schwelle oder recht starke Bohle und befestigt an dem obern Ende drei oder mehrere Taue, die man wiederum an festen Gegenständen anbindet und dadurch das Hebegeschirr gleichsam schwebend erhält. Wenn sich keine feste Puncte finden, so muß man Pfähle schräg von dem Hebegeschirr abgeneigt anbringen, an denen die Taue befestigt werden. Da die Taue in den meisten Fällen beträchtlich lang sein müssen, so hat die größere oder geringere Feuchtigkeit der Luft auf ihre Länge einen beträchtlichen Einfluß, wo sich denn dieselben beim Zunehmen der Feuchtigkeit verkürzen, welches, wenn die Pfähle nicht hinreichend lang und fest sind, die Folge haben kann, daß sie von den sich heftig anspannenden Seilen ausgerissen werden, welches großes Unglück veranlassen kann. Da es nothwendig ist, die Hebegeschirre oft von einem Ort zum andern zu bringen, so macht man dieselben von Tannenholz und richtet solche überhaupt so ein, daß sie leicht auseinander genommen und wieder zusammengesetzt werden können.

Die chinesische Winde ist ein Haspel, dessen man sich in China bedient, um die Schiffe über die Wehre oder vielmehr jene seltsame Art von Strom-Uebergängen zu ziehen, die aus einer schräg geneigten Fläche bestehen, auf denen die passirenden Schiffe herauf- und herabgezogen werden, welche unsere Schleusen ersetzen müssen. Sie besteht aus einem einzigen Wellbaum, der aber zwei Abtheilungen hat, wovon die eine einen geringern Durchmesser hält, wie die andere, an der dünneren Welle windet sich das Seil ab, während es sich an der dickeren aufwindet, wodurch sich dasselbe also verkürzt und folglich den an einem Käffer, durch welches das Seil gezogen ist, befindlichen Gegenstand nothwendig herbeiziehen muß. Nehmen wir an, die dünnere Welle wäre nur unendlich weniger dünn wie die dickere, so würde der Widerstand, den auch eine unendlich große Last leisten würde, immer nur unendlich klein sein, da derselbe mit der Gleichheit der Wellen, wo also das Seil soviel auf- als abgewunden würde, sich gar nicht mehr äußern könnte. Es ist also möglich, diese Ma-

zu der allergrößten Wirksamkeit einzurichten, zu der Taue von anwendbarer Größe fähig sein können. Nur können damit keine Lasten auf eine weite Entfernung ohne öfteres Ablösen und Wiedereinrichten des Strickes geschafft werden, da sich die Stricke nicht überschlagen oder doppelt aufwinden dürfen, wenn das Verhältniß der Wellendurchmesser nicht gestört werden soll. Ich habe diese Maschine zuerst im Arsenal zu Venedig angewendet gesehen, wo solche Borgnis dazu anwendete, um Pfähle von Fangdämmen wieder aus dem Boden zu ziehen. Der Durchmesser der stärkeren Welle betrug 14 Zoll, derjenige der andern 12 Zoll. Man hat gefunden, daß ein Mensch damit eine Last von nicht weniger als 45 Centner mit der größten Leichtigkeit heraufgewunden hat. Später hat Rondelet diese Maschine auch aufgeführt und an einem Hebegeschirre angebracht, wo ich solche, insofern nicht Lasten zu beträchtlichen Höhen heraufgezogen werden sollen, zum Versetzen von Quadern für vorzüglich passend halte, indem man dadurch eine fast ebenso zarte Bewegung geben kann, wie die einer Micrometer-Schraube ist.

Der Krahn. Da das Hebegeschirr die Unbequemlichkeit hat, daß es bei einem fortschreitenden Baue sehr oft von einem Ort zum andern gebracht werden muß, so hat man darauf gedacht, dasselbe an einer Spindel beweglich anzubringen, so daß es nach allen Seiten um dieselbe gedreht werden könne. Diese Idee hat die Entstehung des Krahnes herbeigeführt, wobei man zugleich Modificationen in dessen Zusammensetzung angebracht und denselben so eingerichtet hat, daß das Gestelle im Ganzen transportirt werden könne.

Der Haspel kann nicht blos mittelst einer Hebelzusammensetzung, sondern auch mit einer Kurbel und einem Tretrade (T. III. F. 117.) in Bewegung gesetzt werden. Das Sprossenrad (T. III. F. 118), ist mit Speichen an seinem Umkreis versehen, in welche die, oder der dasselbe drehende Arbeiter eingreifen. Die Anwendung der Hebel sind mit wenigeren Kosten verknüpft und hinreichend, weßhalb solche vorgezogen werden. Das Tretrad wird mit Nutzen angewendet, wo es darauf ankommt, Baumaterialien oder andere Lasten beträchtlich hoch heraufzuschaffen; zu einer Maschine, welche zum Versetzen von Quadern dienen soll, ist dasselbe aber unbrauchbar, weil die Bewegung desselben nicht genug beherrscht werden kann, um kleine Abstufungen hervorzubringen.

Rammzeug. (T. III. F. 100 u. 101.) Ein einfaches Gestelle, an dem zwischen senkrechten Säulen ein schweres Gewicht angebracht ist, welches über einen, in dessen Spitze befindlichen Käffer in die Höhe gezogen wird, so daß wenn es daselbst angelangt ist, durch die Umwendung eines an demselben befindlichen Haken, welche durch ein besonderes Schwungseil bewerkstelligt wird, dieses Gewicht aus einem Bügel ausgehängt und auf den Pfahl, zu dessen Befestigung im Grund solches bestimmt ist, herabgestürzt wird, worauf der Bügel, auf dasselbe herabgelassen, durch die einfache Vorrichtung eines sich nur nach oben öffnenden Charnieres, das Gewicht wieder auffaßt. Das Seil selbst wird gewöhnlich durch einen Haspel in die Höhe gezogen, welcher Haspel von zwei Menschen gewunden wird.

Ein auf diese Weise eingerichtetes Rammzeug nennt man gewöhnlich eine Kunstramme.

Oft bedient man sich aber der Einrichtung, daß das Gewicht oder der sogenannte Rammbär durch ein Seil mit einer Anzahl an dessen Ende befestigter, in einem Knoten zusammengeknüpfter Zugstränge, deren jeder von einem Arbeiter mit zwei Händen gezogen, auf- und niedergelassen wird. Borgnis hatte im Arsenal zu Venedig statt dessen an dem Ende des Strickes ein hölzernes Kreuz angebracht, welches durch einen eisernen Ring umgeben wurde, an wel-

chem eisernen Ring aber die Zugstränge befestigt waren, weil bei der Vereinigung der Zugstränge in einem Knoten die Arbeiter in schiefer Richtung zogen, während bei der Befestigung der Zugstränge in dem eisernen Ringe, die Richtung vertical blieb. Diese Vorrichtung hatte soviel Erfolg, daß man da, wo vorher zwanzig Arbeiter nöthig waren, mit zwölf derselben genug hatte.

Wasserschöpfmaschine.

Je einfacher eine Maschine ist, destoweniger Reparaturen und destoweniger Hindernissen in ihrer Aufstellung wird dieselbe ausgesetzt sein. So ist die einfachste Weise, das Wasser aus Räumen, die davon entleert werden müssen, wegzuschaffen, solches auf eine den Handgriff erleichternde Weise eingerichtete Art, durch Arbeiter ausschöpfen zu lassen, die zweckmäßigste. Man hat zu diesem Ende eine Art von Schaufeln erfunden, die, indem sie zwischen einigen schräg zusammengestellten Stangen an einem Seil befestigt sind, mit Leichtigkeit und fast durch eigene Schwere hin und her bewegt werden, und so eine gute Manipulation hervorgebracht. In Fällen, wo das Wasser aus großer Tiefe herausgeschafft werden muß, bedient man sich der Pumpe, die man in Röhren- und Kastenpumpe unterscheidet. Die Röhrenpumpe besteht aus einfachen cylindrisch gebohrten Röhren, die Kastenpumpe ist aus Bohlen vierkantig zusammengesetzt, und hat quadratische Klappenventilen. Ich halte nach meiner Erfahrung letztere für das beste Hilfsmittel, wenn sie gut und besonders in den Fugen, die durch vierkantige mit Schrauben zusammengezogene Beschläge gesichert sein müssen, dicht zusammengesetzt ist. Die Röhrenpumpe verstopft sich bei schlammigem und unreinem Wasser allzuleicht. Sie wird übrigens mit ihrem unteren Ende in einen Korb gestellt, der ihrer Form gemäß geflochten ist und die größere Unreinigkeit abhält.

Außerdem gibt es noch gar mannigfaltige Arten von Schöpfmaschinen, wie die Archimedische Wasserschraube, die Wasserschnecke, das Paternosterwerk, das Schöpfrad mit einzelnen auf- und niedergehenden Eimern oder vielmehr Wasserkästen u. s. w.

Die Vervollkommnung des Baues der Dampfmaschinen hat in neueren Zeiten deren Anwendung auf die zum Bauen nöthigen Maschinen bei größeren Bauausführungen hervorgebracht; sie können besonders bei großen Brückenbauten znm Auspumpen von Wasser mit wesentlichem Nutzen verwendet werden. Minder praktisch dürfte ihre Anwendung auf Rammzeuge sein.

Vierundsechzigstes Kapitel.

Schiffe auf Flüssen und Canälen.

Die auf Flüssen und Canälen vorkommenden Schiffe sind außer den kleinen Kähnen und Booten zur Fischerei und mancherlei kleineren Zwecken, hauptsächlich Flußtransportschiffe, eigentliche Canalschiffe und Fähren.

Bei allen Schiffen ist außer ihrem Gleichgewichte auch ihre Stabilität erforderlich. Hierunter versteht man die Eigenschaft eines Schiffes, seinen aufrechten Stand, wenn derselbe durch irgend eine Einwirkung gestört worden ist,

diese Einwirkung aufhört, wieder anzunehmen. Im Gleichgewichte steht ein Schiff, wenn es vollkommen aufrecht steht. Die Bewegung eines Schiffes vom Vordertheil zum Hintertheil nennt man Stampfen, die Bewegung von einer Seite zur andern aber Rollen. Die Stabilität eines Schiffes wird um so größer sein, je tiefer der Schwerpunkt in demselben liegt. Hierauf gründet sich die Construction der Borde der Schiffe, es werden solche nämlich nicht völlig senkrecht, sondern an ihren unteren Theilen schräg gegen den Boden des Schiffes eingerichtet.

Zu der Construction eines Schiffes sind zuerst die sogenannten Kniee nöthig. Dieselben werden aus krummgewachsenem Holze (Krümmlingen) geschnitten, und dienen dazu, zugleich den aufrechten Theil des Bordes, dessen schrägen Theil und dessen Boden zusammenzuhalten, überhaupt dem Schiffe nach seiner Breite Festigkeit zu geben; je zwei derselben werden gegeneinander gesetzt, so daß ihre Fugen verwechselt und auf diese Weise im Boden des Schiffes der Zusammenschluß derselben gebildet werde.

Sodann kommen zu dieser Construction die sogenannten Weitelbanden, Weitbalaken oder richtiger wohl Weitbalken in Betracht, von denen sich einer an jeder Seite des Schiffes befindet und aus Einem ganzen Stück Holz bestehen soll, weil auf diesen Weitbalken hauptsächlich der Zusammenhalt des Schiffes nach der Länge beruht. Ueber die Kniee werden nun die Bordbohlen, die Bauchdielen und die Bodenplanken genagelt, und zwar sämmtlich nach der Länge des Schiffes; die Nubel (so heißt der vordere und der hintere Theil des Schiffes) werden etwas schräg zusammengezogen und auch gegen den Boden hin flach geneigt.

Am besten zum Schiffbau ist Eichenholz, dasselbe muß durchaus geradspaltig ohne alle Aeste und kein junges, sondern altes Holz sein. Das Holz muß vor der Bearbeitung ins Wasser gelegt werden, damit es eintrimpft, junges Holz trimpft mehr ein wie altes, und Kernholz mehr wie das äußere Holz des Baumes. Man nimmt durchschnittlich an, daß sich Eichenholz vom völlig Nassen bis zum völlig Trocknen um $^1/_{30}$ seiner Breite verändere. Die Planken werden mit einer Kalfaterung, d. h. mit einem Kitt, der aus einer Mischung von Harz, Theer und Pech mit Werg (Hede) besteht, zusammengesetzt.

Woltmann gibt für ein Canalboot, welches 16 Last oder 32 Tonnen, das sind 32000 Pfund Londoner Handelsgewicht, fassen kann, das 50 Fuß in der Wasserlinie lang, sowie 13 Fuß breit wird und zugleich zum Befahren eines unruhigen Wassers geschickt ist, folgende Verhältnisse an:

Die Breite im Boden wird $8^1/_2$ Fuß, die Länge im Boden 47 Fuß.

Die Bodenplanken werden 3 Zoll dick; die Lieger oder Bauchstücke 6 Zoll hoch, 8 Zoll breit, die Kniee $4^1/_2$ Zoll und 6 Zoll in Kanten. Die Entfernung der Lieger und Kniee von Mitte zu Mitte 22 Zoll. Die Bauchdielen $1^1/_2$ Zoll dick, die mittlere derselben oder Kolschwinplanke 3 Zoll dick. Die Steven 12 und 8 Zoll. Die Balken 6 Zoll dick. Der Balkenweger (eine Planke, die binnen unter den Balken herumläuft) 2 Zoll dick. Die Außen- oder Hauptplanken 2 Zoll dick. Jede Boden- und Hauptplanke bekommt durch jeden Bieger und Kniee zwei hölzerne Nägel. Die Verdeckplanken $1^1/_2$ Zoll dick. Die Lucken zum losen Verdeck $^3/_4$ Zoll dick. Die Schwerdten 9 Fuß lang, 5 Fuß größte Breite, von oben nach unten $2^1/_2$ bis 1 Zoll dick.

Ein solches Schiff hat zum größten Theil ein festes Verdeck und wird durch bretterne Scheidewände in drei Theile getheilt; der vordere Theil heißt Pligt, der mittlere Theil der Raum und der hintere Theil die Cajüte.

Ein Fahrzeug dieser Art wird in Holland eine Schuite, in Frankreich

eine Barque und in England ein Boat, auf der untern Elbe aber ein Ever genannt. Ein solches Schiff wird von zwei erwachsenen Männern, dem Schiffer und seinem Knechte, regiert, die im Herbst und Winter, besonders wenn bei Nacht gefahren werden muß, gern einen dritten zu Hülfe nehmen.

Auf Canälen, welche nicht mit schiffbaren Flüssen zusammenhängen, so daß die auf denselben gehenden Schiffe auch auf Strömen oder anderem unruhigen Wasser gehen müssen, ist ihr Bau viel einfacher.

Die Schiffe auf dem Canale von Wien bis jenseits Wienerisch Neustadt, der hauptsächlich zum Steinkohlentransport bestimmt ist und eine Länge von 211,200 Wiener Fuß, sowie 16 Fuß Breite und 6 Fuß Tiefe hat, sind 60 Fuß lang, sowie 6 Fuß 4 Zoll breit, können 600 Centner Ladung führen, wobei sie 3 Fuß 2 Zoll bis 3 Fuß 3 Zoll tief im Wasser gehen, sie werden von Einem Pferde gezogen und von 2 Männern regiert.

Die Schiffe auf dem merkwürdigen ohnweit Bologna aus dem Reno kommenden Canale sind 40 bolognesische Fuß lang, 8 Fuß breit, 5 Fuß hoch und gehen, wenn sie mit 30,000 bolognesischen Pfunden beladen sind, welches ihre größte Belastung ist, 4 Fuß tief im Wasser. Die Thalfahrt kann man ohne Pferdezug fahren, die jedoch gewöhnlich um der größeren Schnelligkeit willen genommen werden.

Die Fähren auf Flüssen erhalten angemessene Größen, um Wagen und Pferde übersetzen zu können. Auf der oberen Weser werden sie 64 Fuß lang und 13 Fuß breit gemacht und erhalten die im Allgemeinen angegebene Construction aus Knieen, Weitbalken, Bodenplanken, Bauchdielen und Bordbohlen.

Der Bau der Seeschiffe, wozu auch die Dampfschiffe, welche auf größeren Strömen fahren, zu rechnen sind, bildet ein eigenes Fach, welches nicht zur Baukunst für Stadt und Land gerechnet wird.

Fünfundsechzigstes Kapitel.

Schleusenthore, Mühlengerinne und Aufzugswerke, Wehrbauten.

Die gute Anfertigung von Schleusenthoren beruhet darauf, daß einmal die Rahmen derselben so fest und dauerhaft construirt sind, um vollkommen standhaft zusammenzuhalten, sich also nicht zu setzen und dadurch die Bewegung der Thore unmöglich zu machen, sodann müssen solche vollkommen wasserdicht gearbeitet sein und endlich muß auch das Material zu denselben von vollkommner Beschaffenheit sein, um einer guten Construction auch Dauer zu gewähren. Man nimmt dazu reines geradspaltiges Eichenholz, was ganz gesund und frei von Aesten und Klüften ist. Der Bohlenbelag, welcher stets an der Seite des Rahmens angebracht sein soll, an welcher der stärkste Druck des Wassers stattfindet, also an der Seite des Oberwassers, ist doppelt. Der untere Belag wird in schräger Richtung gefachweis in die Rahmenhölzer eingesetzt, so daß er die Verstrebung desselben vermehrt.

Der obere Belag wird in gleicher Richtung, T. III. F. 102, 103a und 103b, aber mit verwechselten Fugen über den Rahmen genagelt, und muß jeder dieser Beläge so dicht gearbeitet sein, als wenn er allein genügen müsse,

das Wasser abzuhalten. Die Thore stehen auf dem sogenannten Trempel in einem stumpfen Winkel zusammen, so daß der Druck des Wassers sie fester zusammendrückt. Die F. 102, 103a und 103b stellen die Hälfte eines solchen Thores dar.

Eine sehr sorgfältige Construction müssen die Mühlengerinne mit ihren Aufzugswerken und Spannrahmen haben und aus reinem Eichenholz verfertigt werden. Die Wasserdichtigkeit derselben ist wieder die Hauptsache. Die Vorrichtungen zum Aufziehen der Schütze in den Spannrahmen ist gewöhnlich von sehr unbequemer Art, und selbst die selten vorhandene Vorrichtung gezahnter eiserner Stangen, die durch ein Kurbelrädchen auf und nieder gelassen werden, ist kostspieliger und nicht so bequem, wie eine an dem großen Aufzugswerke des Renocanals bei Bologna angebrachte Vorrichtung hölzerner Doppelschrauben (T. III, F. 104 und 105), die, indem sie zugleich im Spannrahmen und im Aufzugsschütze und zwar in jedem im umgekehrten Sinne wirken, die große Wirkung der Schraube verdoppeln und so indem sie mit einer sehr ruhigen und stetigen Bewegung das Aufzugsschütz dem Spannrahmen nähern oder dasselbe von ihm entfernen, sehr wenig Kraftanstrengung von Seiten des Arbeiters erfordern, wenn gleich die Schütze sehr groß sind.

Das Stromwehr, welches dazu dient, um Flüsse entweder zum Nutzen der Schifffahrt oder zur Anlage von Mühlen, oft auch zu beiden Zwecken aufzustauen, wird da, wo nicht Quadersteine zu sehr billigen Preisen zu haben sind, gewöhnlich von Holz construirt, indem man eine Reihe von Pfählen in schräger Linie queer durch den Fluß schlägt und auf denselben den Wehrfachbaum auflegt, vor den Pfählen aber eine Spundwand einschlägt, während man hinter denselben die Wehrböschung aus einem auf eingeschlagenen Pfählen ruhenden Fachwerksrost, dessen Gefache mit Steinen ausgepackt und vermauert werden, bildet.

Große Stromwehre dieser Art sind sehr häufigen Beschädigungen durch Wasserfluthen und Eisgänge ausgesetzt, bleiben auch selten lange ganz wasserdicht, so daß der Strom meistentheils mehr dadurch als darüber geht, sie machen deßhalb sehr bedeutende Unterhaltungskosten. Die Sorgfalt, mit der die Spundwand gemacht wird, und die hinreichende Stärke und sichere Befestigung des Wehrbaumes ist das, worauf es hinsichtlich der Dauerhaftigkeit des Wehres besonders ankommt.

Sechsundsechzigstes Kapitel.

Faschinenarbeit.

Der Faschinenbau, der in mannigfaltiger Anwendung beim Wasserbauwesen vorkommt, ist an und für sich eine sehr einfache Construction.

Nach Belidor soll man die Faschinen zu gewöhnlichem Gebrauche 11 Fuß lang und an zehn Zoll dick machen lassen. Die Reiser zu denselben müssen von sechs- und siebenjährigem Wuchse sein und wird eine Faschine von der benannten Länge mit drei Bändern gebunden, das erste Band einen Fuß weit vom Kopfe, das zweite 3 Fuß weiter und das dritte 6 Fuß weiter, so daß

wenigstens 4 Fuß Hintertheil bleibt, das nicht gebunden wird. Die Pfähle, womit die Faschinen befestigt werden, kommen in 2 fußweite Reihen und werden 1 Fuß 5 Zoll von einander entfernt. Belidor rechnet auf eine Cubiktoise ungefähr 50 solcher Faschinen, 75 Pfähle, acht Bündel Zaunruthen und $2^1/_2$ Cubikfuß Sand.

Siebenundsechzigstes Kapitel.

Lehrbogen und Gerüste.

Lehrbogen dienen dazu, um über denselben Gewölbe zu construiren, es ist daher nöthig, daß sie der Form derselben vollkommen entsprechen und fest genug sind, um sich nicht durch das Gewicht des Gewölbes zusammen zu drücken; ersteres ist durch eine richtige geometrische Projection, letzteres aber in Gebäuden durch eine gehörige senkrechte Unterstützung sehr leicht zu erlangen. Schwieriger ist aber die Construction der Lehrbogen für Brückengewölbe von bedeutender Spannung, da man unter denselben eine senkrechte Unterstützung nicht anbringen kann, weil solche durch Wasserfluthen, besonders auch das Einfrieren und Eisgänge zerstört werden würde, auch der Schifffahrt hinderlich wäre. Es sind daher Sprengwerke nöthig, die sich selbst auf Stützpuncten an den Bogenanfängen freitragen. Eigentlich sind Lehrbogen nur für die oberen Theile der Gewölbe nöthig, denn die Erfahrung lehrt, daß auch die härtesten und glättesten Steine nur auf Flächen, die mehr als 30 Grad gegen den Horizont geneigt sind, fortgleiten. Dieses haben die altrömischen Architekten bei ihren Brückenbauten wohl gewußt und benutzt, so daß sie, wie man an mehreren Ueberresten alter Brücken, besonders auch an der Brücke des Kaisers Augustus unweit Narni in Umbrien sehr deutlich sieht, die Gewölbbogen bis zu dieser Höhe des Abgleitens aufführten und dann mehrere Gewölbsteine vorstehen ließen, um die Lehrbogen für den oberen Theil der Wölbung daselbst aufzusetzen.

Dieses erleichtert die Construction außerordentlich und spart sehr viel Material.

Für Bogen von geringer Spannung werden die Lehrbogen einfach in der Art construirt, daß man auf einem horizontalen Queerbalken strebenartig aufrechte Holzstücke einzapft und auf denselben starke Bohlen nach der Form des Bogen einzapft.

Für größere Spannungen treten aber andere Rücksichten ein. Es lehrt nämlich die Erfahrung, daß Lehrbogen ohne hinreichende Steifigkeit, wenn sie nach und nach von unten auf durch die Gewölbsteine belastet werden, sich im Scheitel in die Höhe drücken, so daß das Gewölbe seine richtige Form verliert, wenn es nach dieser veränderten Linie construirt wird. Diesem kann man nun zwar einigermaßen entgegnen, wenn man den Scheitel der Lehrbogen mit schweren Steinen belastet. Alsdann ist man aber wieder in Gefahr, daß der Lehrbogen seine Form an den unteren Bogenstücken verändert, und so ist es wesentlich, die Construction eines jeden größeren Lehrbogens durch einen hinreichend starken Spannriegel zu sichern. Um aber die Stellung desselben zu finden, schreibt Rondelet folgendes Verfahren vor.

Man ziehe eine Tangente aus dem Anfang des Bogens bei A und eine dergleichen aus dem Scheitel desselben bei B (T. III. F. 106), von dem Schneidepunct dieser beiden Tangenten in F ziehe man aber einen Radius nach der Bogenlinie und wo derselbe diese Linie, durchschneidet, ist die obere Kante des Spannriegels anzubringen.

Die übrige Construction ergibt die Zeichnung.

Für die Stärke der Zimmerhölzer eines solchen Lehrbogens will Rondelet die praktische Regel beobachtet haben, daß man denen Holzstücken, welche Kräften zu widerstehen haben, die in der Richtung ihrer Länge auf ihre beiden Enden wirken (z. B. Strebebändern), den zwölften bis den zehnten Theil der isolirten (freitragenden) Länge gebe, denen Hölzern, welche an ihren beiden Enden nach der Richtung ihrer Länge gezogen werden, ein dreißig Theil bis ein vier und zwanzig Theil und endlich den Balken, Trägern und andern Hölzern, die in perpendiculärer Richtung auf ihre Länge belastet sind, ein vier und zwanzig Theil bis ein achtzehn Theil gebe.

Hiernach gibt er einem Lehrbogen für ein Gewölbe von 72 Fuß Spannung nach der abgebildeten Construction folgende Stärken:

Den 34 Fuß weit freitragenden Spannriegeln 14 bis 15 Zoll und ihrer Verdoppelung 10 Zoll.

Den 15 Fuß freitragenden Hauptstreben 12 Zoll, und denen von 19 Fuß 14 Zoll zu 12 Zoll.

Die Bolzstücke von 5 Fuß Länge erhalten 5 Zoll zu 8 Zoll, um den Bogenstücken zu entsprechen, dem Bolzstück von 8 Fuß Länge 8 Zoll zu 8 Zoll und dem mittleren Hauptbolzen, welcher beinahe 9 Fuß Länge hat, 9 Zoll zu 9 Zoll.

Die Dicke der Strebebänder von geringer Länge ist zu 8 Zoll bestimmt und diejenige der Bogenstücke, welche 8 bis 9 Fuß lang sind, zu 8 bis 9 Zoll.

Man nimmt zu den Lehrbogen ein leichtes, wohlfeiles, aber sich fest verstrebendes Holz, gewöhnlich Fichtenholz; auf dessen Dauer im Wetter kommt es nicht an, da es demselben nicht lange ausgesetzt zu sein braucht.

Eine besondere nicht ganz leicht zu beseitigende Schwierigkeit bietet die Stellung der Lehrbogen in Beziehung auf die Senkung der Gewölbe, die auch bei sorgfältiger Construction nach Herausnahme der Lehrbogen statt zu finden pflegt und welche nicht leicht mit Sicherheit vorauszusehen ist.

Man hat diese Senkung nach Verhältniß der Weite der Spannung des Gewölbes bestimmen wollen und so findet man angegeben, daß solche durchschnittlich ungefähr 1/80 dieser Spannung betrage, also auf 80 Fuß Spannung einen ganzen Fuß Senkung ausmache *); dieses wäre außerordentlich viel und könnte bei flachen Bogen aus kleinen Steinen sehr nachtheilige Folgen haben. Es ist mir im Gegentheil aus Erfahrung bekannt, daß von einem aus Quadersteinen construirten Brückenbogen, der eine 80 Fuß nahe kommende Spannung hatte, die Senkung nur anderthalb Zoll betrug.

Da man aber die Stellung der Lehrbogen nach der zu erwartenden Senkung richten muß, indem man solche um so viel höher stellt, als die Senkung beträgt, so bleibt nichts übrig, als einmal sich nach örtlichen Erfahrungen über die an Gewölben von ähnlicher Form und ähnlichen Materialien beobachteten Senkungen zu richten und dann Vorsorge zu treffen, daß durch eine größere oder kleinere Senkung keine Unregelmäßigkeiten entstehen können. Dahin gehört

---

*) Grundlage der praktischen Baukunst. Berlin, 1835.

also z. B. bei Brücken, daß man sichtbare Quadernlagen, Gesimse und Brüstungen über den Gewölben nicht eher construire, bis sich die Gewölbe vollkommen gesetzt haben.

Der Lehrbogen ist eigentlich nichts anderes, als das Gerüste zur Erbauung des Bogens, unter dem er steht, und so gibt es noch mannigfaltige Gerüste zu den verschiedenen Maurerarbeiten. Das einfachste ist der sogenannte Maurerbock, der sich in einfacher und mehrfacher Zusammenstellung mannigfaltig benutzen läßt und oft dienen kann, kostspielige Rüstungen zu ersparen. Uebrigens ist der Gebrauch der Rüstungen bei Maurerarbeiten in den verschiedenen Gegenden auch verschieden. In manchen Gegenden ist es üblich, um das ganze Gebäude eine vollständige Fachwerkverzimmerung zu erbauen, um die Mauern aufzuführen, in anderen Gegenden aber sind die Maurer geübt, ihre Arbeit ohne äußere Rüstung aufzuführen, welche sich auf das Innere dahin beschränkt, daß man so viel rüstet, um Hebgeschirre aufstellen zu können und selbst auch inwendig stehen und die Materialien vorbringen zu können. Letzteres ist besonders der Fall da, wo die Maurer nicht zugleich Tüncher und Stuccateure sind, denn in diesem letzteren Falle sind Gerüste gleich bei der Maurerarbeit zweckmäßig, da sie zugleich zu den Tüncherarbeiten dienen.

Bei geringeren und nicht sehr hohen Gebäuden sind oft leichte zusammengebundene Gerüste genügend, die aus etwa 8 Fuß weit von einander eingegrabenen Rüststangen, die in zwei einige Fuß von einander entfernten Reihen stehen, welche durch horizontale Stangen nach der Länge und durch dergleichen kürzere Hölzer, die sogenannten Reutel nach der Queere zusammengehalten werden, während man das Gerüste zugleich durch einige lange strebenartig gesetzte Rüststangen gegen Verschiebungen zu sichern sucht. Auch werden mit löblicher Vorsicht in Brüstungshöhe über den auf den Reuteln liegenden Rüstebohlen Latten angebunden, um die Arbeiter mehr zu sichern. Alle diese Zusammensetzungen werden nur durch Seile befestigt.

Sollen aber auf diesen Gerüsten schwere Materialien aufgehäuft, schwere Steine auf denselben versetzt und deßhalb Maschinen aufgestellt werden, so müssen solche Gerüste aus stärkerem Gehölze mit gehöriger Verzimmerung zusammengesetzt werden. Die Säulen werden alsdann auch 8 bis 10 Fuß von einander auf festgelegte Schwellen verzapft, durch häufige Strebebänder verstärkt und auf Rahmstücke statt der Reutel kurze Querbalken gelegt, welche die Rüstbohlen tragen; zwischen der äußeren und inneren Wand muß alsdann soviel Raum sein, um die erforderlichen Maschinen aufstellen und die nöthigen Materialien bergen zu können.

Wenn man nur in den obern Stockwerken eines Gebäudes Rüstungen bedarf, so kann man solche schwebend construiren, indem man soviel als thunlich Hauptunterstützungshölzer im Innern des Gebäudes genügend befestigt und auf denselben das Gerüste schwebend erbauet.

Bewegliche Gerüste sind von mannigfaltigem Nutzen im Innern und Aeußern der Gebäude. So hat man in der Peterskirche in Rom ein solches bewegliches oder, wie man es nennt, fliegendes Gerüste, welches auf dem Hauptgesimse unter der großen Cuppel herumgeschoben werden kann, um Reparationen an der Cuppel vornehmen zu können. Auch hat man in dieser Kirche hohe auf kleinen Blockrädern bewegliche Gerüste, um Reparationen an den Wänden vorzunehmen.

Achtundsechzigstes Kapitel.

Verzierungsmotive der modernen Zimmerconstructionen.

Die Holzconstructionen geben mannigfaltige Motive zur Verzierung, die das Mittelalter besser zu benutzen verstanden hat, wie die spätere Zeit, die aber die neueste Zeit wieder anerkennt und benutzt (T. III, F. 85), so daß damit eine eigenthümliche, von der auf Steinconstructionen beruhenden Verzierungsart sehr verschiedene Bauart sich ausbildet. Und dieses mit Recht, da eine verständige Verzierung stets auf der Basis der Construction beruhen soll, die Holzconstruction aber durch Material und Zusammensetzung so wesentlich von der Steinconstruction verschieden ist. Vor zwei Abwegen scheint es jedoch nöthig, dabei zu warnen; einmal, daß man nicht Formen verschiedener Zeiten und Bauarten, die an sich disharmonisch sind, zusammen vermenge, und das Anderemal, daß man nicht auch, indem man die Eleganz und Zierlichkeiten älterer Holzconstructionen nachahmt, auch ihre Fehler wieder herbei hole, dahin gehört z. B. das Ueberstehen der Stockwerke vor einander, welches constructiv sehr fehlerhaft und für die Helligkeit der innern Räume nachtheilig ist.

Die Fachwerkswand gibt zunächst solche Verzierungsmotive durch regelmäßige Verstrebungen der Wandgefache; hierbei müssen jedoch Formen, die für die Spitzbogengewölbebauart charakteristisch sind, vermieden werden, wenn das Gebäude moderner Bauart entsprechen soll.

Weiter bilden die Zusammensetzungen von Rahmenstücken, Balkenköpfen und Schwellen Motive zu verzierten Bandgesimsen, sowie die Zusammensetzungen von Sparren, Dachbalken und Rahmstücken die Motive zu Dachgesimsen.

Die Formen der Thore, Thüren und Fenster der Fachwerkswände können ferner durch constructive Motive mannigfaltig variirt werden (T. III, F. 107), indem man die oberen Ecken derselben durch Ausfüllungen, die sich mehr oder weniger der Gestalt der Jochbänder nähern, verstärkt. Ebenso erlaubt die Holzarchitektur mannigfaltige Gruppirungen von Thüren und Fenstern. (T. III, F. 108.)

Alle Oberflächen der in den Wänden vorkommenden Holzstücke sind endlich auch verzierungsfähig, und es ist die alte Technik, auf denselben die Verzierungen einzubrennen, wenn solche mit Geschmack ausgeführt wird, nicht ganz verwerflich.

Die freistehenden Säulen können in der Holzarchitektur viel schlanker sein, wie in Stein; da sich deßhalb ihre Verhältnisse sehr von denen steinerner Säulen unterscheiden, so gibt man ihnen gern auch verschiedene Formen, indem man sie vierkantig, auch wohl vielkantig macht und ihnen in passenden Fällen runde Candelaberformen gibt.

Indem man solche freistehende Säulen mit den Balken oder Trägern, die sie unterstützen (T. III, F. 109 und 110), durch Jochbänder in verschiedenen Formen und Zusammensetzungen verbindet, erhält man wieder eigenthümliche Verzierungsmotive.

Das Jochband repräsentirt überhaupt die sogenannte Console oder den Kragstein (T. III, F. 111 und 112), und kommt deßhalb vielfältig und oft sehr geschmackvoll verziert in der alten Holzarchitektur vor *). Es können solche ver-

---

*) Man sehe z. B. Böttigers Holzarchitektur des Mittelalters, Berlin, 1836 bis 1842, und die Abbildungen von Halberstadt's Holzarchitektur in Försters Bauzeitung.

zierte Jochbänder Anwendung finden bei weit ausgeladenen Dachgesimsen, unter vorstehenden Gebäudetheilen, z. B. Altanen, zur Unterstützung von Statuen, sowie sie denn selbst nicht selten in Statuenform zu verwenden sind. Auch im Innern der Gebäude können verzierte Jochbänder angewendet werden zur Unterstützung von Balkendecken, von Geländergängen und an Jochsäulen.

Das Geländer kann in der Holzarchitektur manigfaltige Formen und somit auch mannigfaltige Verzierungen haben. Am meisten charakteristisch ist die bereits oben erwähnte Zusammensetzung aufrecht zwischen Schwelle und Handhabe stehender Bretter (T. III. F. 86, 87, 88 und 89), welche in gefälligen Formen ausgeschnitten und dadurch verziert werden. Aber es können solche Geländer auch aus Batten in zierlichen Zusammensetzungen construirt werden T. III. F. 113 u. 114, oder man kann sie endlich aus gedrehten Säulen in Formen, die sich von denen steinerner Dockengeländer (T. III. F. 115 und 116), welche viel schwerfälliger werden, wesentlich unterscheiden, bestehen lassen.

Da wo man die Dachconstructionen im Inneren der Gebäude sichtbar läßt, wie z. B. über Kirchen, über großen Festsälen und Hallen, namentlich jetzt häufig über den Personenhallen der Eisenbahnhöfe, geben diese Dachconstructionen ebenwohl Motive zu Verzierung, wozu sie schon die Alten benutzt haben. Hier sind denn nicht nur verzierte Kragsteine am Ort, sondern es können auch alle Holzstücke, Dachbalken, Kehlbalken, Sparren, Dachrahmen, Bolzstücke und Hängesäulen, besonders in ihren Untersichten, verziert werden.

Sind Eisenconstructionen mit den Holzconstructionen der Dachwerke combinirt (T. III. F. 119), so lassen sich auch jene verzieren, und ebenso sind die Ausfüllungen von Räumen, die man besonders verstärken will, z. B. zwischen Jochbändern und Dachbalken, zwischen Dachbalken, sowie Kehlbalken und Dachsparren mit durchbrochenen Verzierungen von Gußeisen sehr zur Verschönerung des Ganzen thunlich.

Auch die Untersichten der Balkenfelder im Innern der Gebäude lassen sich dadurch, daß man die Balken mit Gliederungen und Ornamenten versieht, ausschmücken.

Am meisten unter allen Holzverzierungen ist aber die schon oben erwähnte Zusammensetzung der Dachgesimse mit geschmackvollen und zweckmäßigen Gliederungen in Anwendung. Bei denselben gelten die Hauptregeln, daß erstens die Ausladungen derselben nicht allein eine elegante Form haben, sondern auch so eingerichtet werden (T. IV. F. 133 und 134), um das Regenwasser gehörig abzuleiten, und daß sie auf eine Weise zusammengesetzt werden, daß durch das Eintrocknen der Bretter, aus denen sie construirt sind, keine offene, einen Mißstand machenden und dem Eindringen von Regenwasser ausgesetzten Fugen entstehen, daß sie daher am gehörigen Ort in Nuthe und Feder zusammengesetzt werden.

Die obere oder Deckfläche der hölzernen Gesimse muß aber durch ein dauerhaftes Bedeckungsmaterial gegen die Witterung gesichert sein, so daß überhaupt das Holz nirgends feucht wird.

Diese Regeln gelten sowie für Dachgesimse auch für alle andern Arten von äußeren Kranz- und Bandgesimsen, Thür- und Fenstergesimse und auswendig an Gebäuden angebrachte Ausladungen.

Sind solche auf diese Weise wohl verwahrt, so können sie von Nadelholz, selbst von Fichtenholz, das man bei weit ausgeladenen Dachgesimsen wegen seiner Leichtigkeit selbst vorzieht, gemacht werden, eine beträchtliche Ausladung des Dachgesimses ist aber für Gebäude, die mit Gliederungen von Holz verziert sind, allemal zu empfehlen.

Auch die Einfassungen oder sogenannten Verkleidungen von Thüren und Fenstern geben der Holzarchitektur mannigfaltige Verzierungsmotive, die am schönsten sind, wenn sie keine Nachahmung steinerner Gewände, sondern gerade den Holzconstructionen eigenthümlich sind. Es können alle dergleichen Arbeiten, wenn sie auswendig an Gebäuden angebracht werden und deßhalb nicht verleimt sind, da der Leim im Wetter nicht hält, in Uebereinstimmung mit den gewöhnlichen Zunftbriefen von den Zimmerleuten gemacht werden, die innern Arbeiten der Art werden dagegen den Schreinern zugerechnet.

Auch verzierte Treppen können ohne Leim angefertigt und von dem Zimmermann gemacht werden.

Die Treppen mit aufgeplatteten oder, wie man sagt, mit aufgesattelten Stufen (T. III. F. 117), sind jetzt beliebt, weil sie schöner und größer aussehen und leichter rein zu halten sind, wie die Treppen, an denen die Treppenstufen in den Treppenwangen eingenuthet sind. (T. III. F. 118.)

Dabei sind solche keine Holzverschwendung, vielmehr selbst Holz ersparend, wenn die Keile der Wangen unmittelbar unter den Stufen aus besonderen im Unterstück zu verzapfenden Holzstücken gemacht werden.

Daß zierliche Holzconstructionen, wenn sie mit gußeisernen vereinigt sind, erst recht elegant und anmuthig werden, zeigt manches moderne Gebäude, und hat überhaupt die Combination sorgfältiger und zierlicher Constructionen von Backsteinen, Holz und Eisen eine der heutigen Zeit eigenthümliche Bauart hervorgerufen, die derselben, wie ich glaube, keine Schande macht.

Neunter Abschnitt.

Schreinerarbeiten.

Neunundsechzigstes Kapitel.

Fußboden.

Gute Fußboden zieren sehr ein Gebäude und geben demselben ein besonderes Ansehen von sorgfältiger und verständiger Ausführung.

Auch ist ihre Erlangung manchen Schwierigkeiten unterworfen.

Dahin gehöret besonders das Dichtbleiben derselben, was sowohl bei dem ganz gewöhnlichen Tafelnfußboden, als auch bei dem Parquetboden nur unter durchaus günstigen Umständen gelingt.

Ein guter Fußboden soll von einer dauerhaften, gleichmäßig festen Holzart, durchaus eben und regelmäßig gelegt und in dieser Lage beharrlich sein.

Die gewöhnlichen Fußboden werden meistentheils von Fichtenbohlen, die wenigstens 1 Zoll dick, 10 bis 12 Zoll breit und 11 bis 16 Fuß lang sind, gelegt. Selbst in ganz ordinären Zimmern und Räumen sollte man kein sehr ästiges Holz nehmen, sondern doch eine Mittelsorte, da sich das ästige Holz zwischen den Aesten sehr bald austritt und dann den schlechtesten Fußboden gewährt. Man unterscheidet in den Holzmagazinen gewöhnlich ordinäre Bohlen, Schreinerbohlen und reine Bohlen.

Letztere sollen gar keine Aeste, und die Schreinerbohlen nur wenige Aeste enthalten.

Es ist nicht allein wegen dem guten Aussehen, sondern auch wegen aller der Vortheile, die eine regelmäßige Construction überhaupt hat, zu empfehlen, die Fußbodentafeln mit verwechselten Fugen zu legen, man sehe T. IV. F. 121. Dabei ist allerdings einiger Holzverlust, indem man genöthigt ist, alle Bohlen von gleicher Breite zu machen, aber der Vortheil entspricht der geringen Mehrausgabe.

Sollen die Fußboden schon etwas zierlicher und eleganter sein, so pflegt man sie gern mit Friesen von einer andern Holzart, gewöhnlich Eichenholz, wie in T. IV. F. 122, einzufassen, wobei man zugleich den Vortheil hat, daß man die Eintheilung nach der gewöhnlich gegebenen Länge der Bohlen einrichten kann, ohne von diesen viel zu verschneiden.

Damit die Fußbodenbohlen unverändert liegen bleiben, ist es nöthig, daß sie möglichst trocken seien, daß sie ferner vor ihrem Gebrauche an einem Orte aufbewahrt waren, der wenigstens ebenso trocken ist, wie derjenige, an dem sie verwendet werden, und daß sie endlich bei einer Temperatur gelegt werden, die der wärmsten wenigstens gleichkommt, die sie jemals an dem Ort ihrer Verwendung zu ertragen haben. Denn man darf nicht vergessen, daß auch das trockenste Holz hygrometrisch ist; wenn man solches also bei feuchter, kalter Witterung in einem feuchten und kalten Zimmer legt, so werden die Bohlen, wenn das Zimmer späterhin geheizt und ausgetrocknet wird, gewiß zusammentrocknen und breite Zwischenräume lassen.

Da nun diese drei Bedingungen nicht immer leicht zu erreichen sind, so bin ich der Meinung, daß man, wenn sie nicht zu erfüllen sind, die Täfelung nicht sogleich aufnageln, sondern nur vorläufig mit Holzschrauben befestigen solle; sind sie dann nach einigen Jahren zusammengetrocknet, so schraubt man sie ab und befestigt sie dann zu beständiger Dichtigkeit definitiv.

Manche Schreiner glauben ihre Fußboden dadurch zu verbessern, daß sie mehrere Bohlen in der Breite zusammen leimen und so verleimt legen: man sollte lieber das Gegentheil thun und Bohlen von einfüßiger Breite in der Mitte noch einmal von einander trennen, um auf diese Weise die Fugen, welche durch das Eintrocknen entstehen, auf die Hälfte zu reduciren, während bei dem Verleimen zwar die Leimfuge nicht leicht aufgeht, aber die offne Fuge noch einmal so groß wird.

Auf dem Princip der Verkleinerung der Fugen durch Zusammensetzung aus kleinen Stücken beruhet die Construction der Parquetboden in mannigfaltigen, in den Bereich der Verzierungskunst gehörigen Formen, von denen einige in T. IV. F. 123 und 124 abgebildet sind. Sie werden diesen Zweck noch mehr erreichen, wenn man dabei auch zugleich die Wahrnehmung, daß das Holz wenig nach der Längenrichtung seiner Holzfasern und beträchtlich mehr nach der Breite zusammentrocknet, in der Art benutzt, daß man die mittleren Kreuzhölzer mit

sogenannten halben Schwalbenschwänzen, die verkeilt werden, in äußeren Einfassungsstücken der Tafeln fest macht.

Die Parquettafeln sollen immer, wenn auch aus verschiedenfarbigen doch aus gleichharten Holzarten bestehen, weil sie sonst durch das frühere Austreten der weicheren Holzart sehr bald ungleich werden.

Der kostbarste Fußboden ist der eingelegte, der gewöhnlich aus mannigfaltig verzierten und gemusterten Furnieren, die auf Parquettafeln aufgeleimt sind, bestehet.

Gewöhnliche Fußboden werden unmittelbar auf den Gebälken, nachdem diese verglichen sind, was durch Aufnageln von Holzstreifen oder sogenannten Federn geschiebt, befestigt. Man hat auch eine Methode, die Bretter auf schwalbenschwanzförmigen Leisten aufzuschieben und dadurch fest zu legen.

Parquetboden werden auf Blendboden, die auf den Balken aufgenagelt sind, in der Art gelegt, daß die Tafeln in Nuthe und Feder an einander schließen, jedoch auch in den Nuthen genagelt werden.

Siebenzigstes Kapitel.

Eingefaßte Arbeiten.

Der Parquetboden ist eigentlich schon eine eingefaßte Arbeit, deren allgemeines Motiv die Absicht ist, durch Zusammensetzung kleinerer Holzstücke in verschiedenartiger Richtung, aber bei fester Construction größere Flächen zu bilden. Es kann nur der Einfassung des Parquetbodens nicht die Einrichtung gegeben werden, daß auch beim Eintrocknen keine offene Fuge entsteht, wie dieses bei eingefaßter Arbeit von ungleicher Oberfläche ist.

Man unterscheidet bei der eingefaßten Arbeit die Rahmenstücke und die Füllungen, trocknen die einen oder die anderen ein, so hat dieses bei solcher guten Construction keine andere Folgen, als daß ein größerer Theil der Abfälzung sichtbar wird.

Die Verbindung der Rahmenstücke mit den Füllungen und untereinander ist in der T. IV. F. 125, 126, 127 und 128 angegeben, die Auskehlung der Kanten aber dabei keine Constructionsnothwendigkeit, vielmehr Verzierung. Da man die Rahmenstücke in ihren Verzapfungen in guten Gebäuden nicht gern verbohrt und vernagelt, weil es schlecht aussieht, auch ein hölzerner Nagel nicht als eine absolute Befestigung zu betrachten ist, so ist es zweckmäßig, diese Verzapfungen auf dem halben Schwalbenschwanz zu machen und zu verkeilen.

Da wo man ganze Zimmerwände mit eingefaßter Arbeit oder sogenannten Boisserien bedeckt (T. IV. F. 120), wünscht man immer, die Feldereintheilung möglichst regelmäßig zu machen, was nicht immer leicht ist; man muß alsdann nach einem System verfahren, wobei man von dem unabänderlichen ausgeht und danach das zu verändern Mögliche einrichtet, umgekehrt eine zu dem

Gebäude nicht bezügliche unabhängige Theilungsmanier ins Werk zu setzen, wird selten thunlich sein.

Frische noch nicht vollkommen trockne Mauern dürfen nicht mit Boisserien bekleidet werden, weil sie dann leicht stockig werden und faulen. Es ist gut, wenn man die innere Seite der Boisserien einigemal mit Oelfarbe anstreichen und solche dann so dicht als möglich auf die getünchten Mauern befestigen läßt, damit sich hinter denselben keine Mäuse und anderes Ungeziefer einnisten können.

Solche eingefaßte Schreinerarbeit wird vorzugsweise zu der inneren Bekleidung der Fensterbrüstungen, zu Bekleidung der Wände ringsum in Brüstungs- oder Sockelhöhe, zu Verschlägen, z. B. unter den Treppen, zu Abtheilungen einzelner Räume in Zimmern u. s. w. verwendet, sodann besonders zu Thüren, Schaltern und Thoren aller Art.

Einundsiebzigstes Kapitel.

Thüren.

Die Construction von Thüren und Thoren im Aeußeren der Gebäude muß von der im Innern derselben unterschieden werden.

Im Aeußeren ist eine Verleimung des Holzes nicht dauerhaft, die doch im Innern nicht nur statthaft, sondern auch recht nützlich ist. Außerdem nimmt man kein Fichtenholz zu äußeren Thüren, sondern höchstens Kiefernholz, besser aber Eichenholz.

Große Thüren und Thore im Aeußeren verziert man gern mit sogenannten Kehlstößen, das sind Gliederungen, die zwischen Füllungen und Einfassungen eingenuthet sind.

Die Eintheilung der Thürflügel in Füllungen kann auf manigfaltige Weise gemacht werden und zu der Verzierung der Thüre bezüglich sein, es gibt dabei in Absicht auf die Construction die wesentliche Regel, daß man die Eintheilung so einrichte, daß die für das Thürschloß nöthige Stelle nicht auf eine Verzapfung der Rahmenstücke, sondern auf die Mitte einer Füllung treffe, weil sonst durch das Schloß und dessen Befestigung, besonders bei einem eingestemmten Schlosse, der Zapfen zerstört und die Verbindung unsicher würde. Für die Zimmerthüren der gewöhnlichsten Art, nemlich für die einflügliche Stubenthüre, ist die Eintheilung von zwei aufrechten Füllungen in der Mitte und einer Querfüllung oben und unten zweckmäßig und vortheilhaft, eine solche Thüre braucht nicht größer zu sein, als 3 Fuß 6 Zoll in der Breite und 7 Fuß in der Höhe, es ist nicht vortheilhaft, in unserem Klima die Thüren sehr groß zu machen, nicht nur weil sie zu viel Raum für das Anstellen von Mobilien wegnehmen, sondern weil sie dann auch mehr Zugluft und Kälte beim Oeffnen eindringen lassen, auch machen große Thüren die Zimmer klein, während kleine Thüren alle Verhältnisse eines Zimmers vergrößern.

Zweiflügliche Thüren sind unbequem, wenn sie nicht wenigstens 4 Fuß 6 Zoll oder besser 5 Fuß im Lichten weit sind, weil sonst der einzelne Flügel einer solchen Thüre so schmal wird, daß man sich durch dessen Oeffnung drängen muß.

Zu der Thüre gehört auch das Thürfutter und die Thürverkleidung.

Das Thürfutter ist die innere Bekleidung der Thürgewände, die, wenn sie nicht über 1 Fuß 3 Zoll tief sind, von glatten Bohlen zu ungefähr 1 Zoll Dicke gemacht werden können, während sie von eingefaßter Arbeit sein müssen, wenn sie tiefer sind, z. B. bei Mauern von Backsteinlänge Dicke. Die Einfassungen oder Verkleidungen der Thüren werden gewöhnlich so breit gemacht, wie die im Handel gewöhnlich vorkommenden Bohlen (5 bis 6 Zoll), auch wohl nur ein Drittheil so breit und erhalten einige Ausladungen.

Der Endzweck der Thürfutter und Einfassungen ist, die Gewände der Thüren besser gegen Beschädigungen zu sichern, wie dieses durch Tünche geschehen kann.

Thüren an Ställen, Bodenkammern, Kellern und andern Räumen, wobei es nicht darauf ankommt, solche vollkommen dicht zu verschließen, werden auch aus glatten Bohlen gemacht, ohne besondere Zusammensetzung, als daß man auf der inneren Seite derselben Leisten mit Nuthe und Feder einschiebt, welche die Bohlen zusammenhalten, und doch denselben gestatten, sich auszudehnen und zusammenzuziehen, dabei sind dann Futter und Verkleidungen gewöhnlich entbehrlich.

Eine taugliche Construction von Futter und Verkleidungen ist in T. II. F. 126 und 128 angegeben.

Für die Construction von Schaltern oder Fensterladen gilt im Ganzen dasselbe, was von Thürconstructionen gesagt ist.

Der sogenannte Jalousieladen hat die Absicht, zugleich Schutz gegen Einbruch, gegen die Sonnenstrahlen und auch gegen die Witterung zu gewähren und doch auch Luft zulassen zu können. Es ist eine sehr vergängliche Construction.

Gitterthüren von Holz müssen so construirt sein, daß sie sich gut in den Angeln tragen, welches geschieht, wenn sie durch schräge Leisten, die steiler wie in einem Winkel von 45 Graden stehen, zusammengehalten werden, sodann müssen sie so eingerichtet sein, daß man die Beschläge, gewöhnlich lange Banden, und das Schloß an denselben gut befestigen könne. Die Entfernung der Latten oder Stacketen von einander darf nur einige Zoll betragen, damit nicht Hunde und Katzen sich zwischen denselben durchdrängen können.

Zweiundsiebzigstes Kapitel.

Fensterrahmen.

Ein guter Fensterrahmen soll vollkommen dicht schließen, so daß er weder Luft noch Wasser einläßt, so wenig Raum als möglich von der Fensteröffnung wegnehmen und dabei so construirt sein, daß er dauerhaft dem Einfluß der Witterung und der Benutzung widerstehe.

In allen Gegenden, wo es Eichenholz gibt, nimmt man solches und kein Nadelholz dazu, nur große Treibhausfenster werden von Kiefernholz gemacht, weil sich Eichenholz bei solcher Verwendung zu sehr schwingen und werfen würde.

Das Holz zu Fensterrahmen muß frei von Aesten und geradspaltig sein. Es ist nicht nöthig, daß es sehr trocken sei, man hat einen besonderen Ausdruck

für Holz, welches das Mittel zwischen Feuchtigkeit und Trockenheit hält, indem man dasselbe froh nennt, und es wurde schon oben bei der Zimmerarbeit bemerkt, daß dafür eine vollkommne Austrocknung nicht wünschenswerth sei.

Die specielle Construction von Fensterrahmen nach einer bewährten Methode ist aus T. IV. F. 129, 130, 131 und 132 ersichtlich. Man unterscheidet an denselben den Blendrahmen, wodurch der Rahmen im Ganzen zusammengehalten und an den Gebäuden befestigt wird, das Fensterkreuz, wodurch der Blendrahmen auseinander gehalten wird und die Flügel in der Mitte des Rahmens Anhalt finden, die Oberstücke, Seitenstücke und Wetterschenkel, sowie die Sprossen der Flügel.

Für die Luftdichtigkeit ist die Art und Weise des Zusammenschlusses der Flügel in dem Blendrahmen und unter sich besonders wichtig, für die Wasserdichtigkeit kommen nicht bloß diese, sondern auch besonders die Formen und Zusammensetzungen der sogenannten Wetterschenkel oder Unterstücke der Fensterflügel in Betracht.

Der Zusammenschluß der Flügel soll so beschaffen sein, daß sie sich überall fest anpressen und auch ihre Fugen nach außen nicht unmittelbar offen, sondern gedeckt sind.

Die Wetterschenkel sollen eine Form haben, welche das von den Fenstern herablaufende Regenwasser vollkommen ableitet, also dessen Eindringen in das Haus verhindert. Dazu dient die Ausladung des Wetterschenkels und die unter demselben angebrachte sehr wesentliche Wassernasse. Allein man wird doch selten einen Fensterrahmen finden, der bei starkem Regenanschlag, besonders bei zugleich stattfindendem gegen das Fenster gerichtetem Windstoße nicht etwas Regenfeuchtigkeit durchließe, und dieses kommt daher, weil sich alsdann der Regen durch die Fugen, mit denen der Wetterschenkel in die Seitenstücke der Flügel paßt, durchdrängt. Man sollte daher Fensterrahmen nie zusammensetzen, ohne ihre Fugen mit gutem Leinölfirniß auszustreichen (in der Folge wird vielleicht die *gutta percha* noch besser dazu sein) und außerdem sollte man neue Fensterrahmen, wenn sie wenigstens Ein Jahr lang heißer und kalter, trockner und feuchter Witterung ausgesetzt gewesen sind, von außen noch einmal verkitten und mit Oelfarbe anstreichen lassen.

Die Fenstersprossen müssen den Kittfalz nach Außen haben, man schrägt solche auch nach Innen ab, damit sie das Licht weniger beschränken und das Wasser des Fensterbeschläges nicht auf denselben stehen bleibt, eine ähnliche Abschrägung ist daher auch an der innern Seite der Fensterflügel zweckmäßig.

Man empfiehlt es, die Fenstersprossen so zu vertheilen, daß die Scheiben der Form des Quadrates möglichst nahe kommen, und ist es jetzt beliebt, den oberen Flügeln nur eine Scheibe in der Höhe zu geben, weil man annimmt, daß es besser aussieht, wie mehrere Scheiben. Die drei oberen kurzen Arme des Kreuzes sind alsdann von gleicher Länge, was allerdings gut aussieht, allein auf der andern Seite ist gerade das Licht, welches aus dem oberen Theile des Fensters in das Zimmer strömt, das schönste und wohlthätigste für die Augen, welches durch das Fensterkreuz, wenn solches so hoch liegt, sehr vermindert wird. Ueberhaupt spalten die Fensterkreuze das Licht auf eine sehr unangenehme Weise, und am schönsten sind daher Fensterrahmen ohne Kreuze; ich habe in T. IV. F. 131 und 132 eine Form dafür angegeben. Da es unbequem ist, solche große Flügel im Ganzen zu öffnen, so müssen darin einzelne Scheiben zum Oeffnen eingerichtet sein, um Luft zu geben und schnell heraussehen zu können, welches mittelst kleiner Rahmen von Eisenblech, die der Form der Fenstersprossen entsprechen, leicht zu bewirken ist.

Futter und Verkleidungen sind für Fenstergewände bei Fachwerksgebäuden unentbehrlich, bei massiven Gebäuden können sie aber durch gute Tünchungen ersetzt werden.

Oberlichter über Thüren werden gewöhnlich nicht mit Flügeln, vielmehr gewöhnlich nur zum Aus- und Einsetzen im Ganzen eingerichtet und wird der Einsatz mit Verreibern fest gemacht.

Dreiundsiebzigstes Kapitel.

Gesimse.

Im Innern der Gebäude macht man Gesimse und überhaupt Ausladungen an den Wänden am besten von Stuccaturarbeit, auswendig aber von Stein, wenn es nicht aus Oekonomie ebenwohl von Stuck geschehen muß. Allein eben diese Oekonomie hat auch die Anwendung hölzerner Gesimse, besonders zu Dachgesimsen empfohlen. Ihre Anwendung hat den Vortheil, daß sie leicht sind, daß man sie ohne Schwierigkeit an Dachbalken und Sparren befestigen kann und daß ihre gute Ausführung weniger von dem Wetter und besonders nicht von der Temperatur abhängt, wie diejenige der Stuccatur-Gesimse. Wenn sie aber dauerhaft sein sollen, so müssen sie völlig gegen Feuchtigkeit geschützt sein, welches also auch unter einem gehörig vorspringenden Dache für das Dachgesims unmittelbar und für Ausladungen, die an den untern Stockwerken angebracht werden, mittelbar geschieht.

Man macht dergleichen Gesimse gewöhnlich von dem wohlfeilsten und leichtesten Nadelholze, indem man nur, falls sie frei am Gebäude angebracht sind, die alsdann nöthige obere Deckplatte von Eichenholz macht und dieselbe mit verzinntem Bleche überzieht, welches an der inneren und äußeren Seite mit Oelfarbe angestrichen wird, wobei der innere Anstrich noch nöthiger ist, wie der äußere, um den Rost zu verhindern. Bei Fachwerksgebäuden sollte man auch die Sohlbänke der Fenster, wenn sie gleich von Eichenholz gemacht sind, auf gleiche Weise mit Blech verwahren, weil sie sonst bald verfault sind.

Das wesentlichste eines gut construirten Dachgesimses ist, daß alle Fugen der Zusammensetzungen so gedeckt sind, daß einmal keine Feuchtigkeit eindringen könne und zweitens, daß auch beim Eintrocknen des Holzes die Fugen sich nicht öffnen, sondern ebenso wie bei guter eingefaßter Arbeit das Holz der Federn die Fugen beim Eintrocknen gedeckt läßt. T. IV. F. 133 und 134 geben Beispiele von solchen Gesimsen.

Vierundsiebzigstes Kapitel.

Zusammensetzungen runder Arbeiten.

Die Arbeiten können rund im Grundrisse, rund im Aufrisse und rund in beidem sein. Zu den ersten gehört die Zusammensetzung runder Fußsockel, diese kann einmal durch Aufeinanderleimen von ringförmigen Bohlenstücken mit verwechselten Fugen geschehen, wie T. IV. F. 135 zeigt, oder sie kann auch aus rund ausgearbeiteten, auf dem französischen Keil zusammengesetzten Bohlenstücken gemacht werden, wie T. II. F. 69 erläutert.

Hierher gehören ferner auch die Zusammensetzungen runder Säulen aus Bohlen, die inwendig hohl bleiben, insofern sie nicht um zu tragen im Innern ein dazu bestimmtes Zimmerholzstück enthalten. Man macht nemlich dieselben nicht gern von ganzem Holze, weil man annimmt, daß solches zusammentrocknet und rissig werde. Wenn man indessen recht trocknes Holz an einem Orte, der nicht viel trockner ist, wie sein früherer Aufbewahrungsort, verwendet und in demselben etwa befindlichen Eintrocknungsrisse nach seiner Aufstellung mit Gyps, der mit Leimwasser angemacht wird, ausspachtelt, so hat man keinen Mißstand von den Rissen zu fürchten.

Arbeiten, die im Aufrisse rund sind, werden auf gleiche Weise verfertigt, man braucht sich nur das Horizontale aufrechtgestellt zu denken, sind aber die zu machenden Arbeiten in dem einen und dem andern Sinne rund, so muß den einen Weg die Rundung aus ganzem Holze gearbeitet werden.

Zehnter Abschnitt.

Von verschiedenen Holzarbeiten beim Bauwesen, die nicht in den Bereich der Zimmerarbeit und Schreinerarbeit gehören.

Fünfundsiebzigstes Kapitel.

Die Arbeiten des Mühlenarztes.

Die Profession des Mühlenarztes erstreckt sich auf das sogenannte laufende Geschirr in den Mühlen, dazu gehören die Wasserräder mit ihren Wellen, die Kammräder, die Stirnräder, Kronräder und Drillinge.

Das Holz zu diesen Gegenständen muß vorzüglich rein und gesund sein, es ist deßhalb gewöhnlich kostspielig und schwer zu haben, weßhalb man um so mehr, als auch das beste Holz so sehr vergänglich ist, angefangen hat, das laufende Geschirr der Mühlen von Gußeisen zu verfertigen.

Zu hölzernen Radwellen nimmt man reines Eichenholz, dieselben werden gewöhnlich zwei Fuß dick gemacht. Die Einkränzungen der Wasserräder werden von Eichenkrümmlingen, ihre Arme ebenwohl von Eichenholz, die Schaufeln aber von Rothbuchenholz verfertigt, welches man auch zu den im Trocknen liegenden Theilen des laufenden Geschirres verwendet. Die Kämme und Triebstöcke werden von Weißbuchenholz verfertigt, die Keile aber von Rothbuchen- und die Buxen von Birkenholz. Die Kämme müssen eine Form haben, die sich durch die Friction so wenig als möglich abnutzt, welches die parabolische ist und müssen die Zahlen der sich berührenden Triebstöcke und Kämme zu einander incommensurabel sein, damit die Reihenfolge der Berührungspunkte derselben sich so selten, als möglich wiederhole.

Sechsundsiebzigstes Kapitel.

Pumpenmacher- und Röhrenleiterarbeiten.

Zu Pumpen und Röhrenleitungen, die von Holz gemacht werden sollen, wird gutes, astloses einstämmiges Eichenholz allem anderen vorgezogen. Auch Erlenholz ist dazu, besonders wenn es immer feucht liegt, sehr brauchbar. Weißtannen (Edeltannen) sollen zur Leitung von Salzsohle besonders brauchbar sein. Die Rothtanne ist aber zu Röhrenleitungen in der Erde vollkommen unbrauchbar, indem sie sehr bald fault und stockig wird; dagegen kann man sie zu offnen, freiliegenden Röhrenleitungen, in welche Rinnen gekruppt werden, gut und mit geringem Kostenaufwand benutzen.

Die Holzarbeit bei Pumpen und Röhrenleitungen hat eine sehr einfache Technik, außer dem Abschneiden von Länge und dem Beschlagen ist nur noch die Arbeit des Bohrens, des Zäpfens und Ausschweifens und des Legens nach dem Gefälle erforderlich.

Man schneidet die Röhren gewöhnlich nicht länger als acht bis zehn Fuß, auf welche Länge sie sich eben noch ziemlich manipuliren lassen. Ihre Dicke pflegt acht bis zehn Zoll zu sein, sie werden rund oder achtkantig beschlagen, das Bohren geschieht bei größeren Weiten von mehr als 1½ Zoll Weite, in dem man zuerst einen 1½ Zoll starken und dann einen immer stärkeren Bohrer anwendet. Die größeren Weiten sind besonders bei Pumpen in deren Oberstöcken, in denen sich die Maschine bewegt, nothwendig und müssen alle Oberstöcke dieselbe stärkere Weite haben, damit die Maschinen, wenn etwas an ihnen schadhaft ist, leicht herausgenommen werden können; sie werden drei bis vier Zoll weit gebohrt, während zu den Brunnenstöcken unterhalb der Maschine 1½ bis 2 Zoll Weite genügt.

Die Zusammensetzung der Pumpenstöcke geschieht entweder, indem man das obere Ende derselben erweitert und dahin das untere Ende, der nächst oberen Röhre zugespitzt einsetzt, in welchem Falle das erweiterte Ende mit einem

eisernen Ringe umgeben wird, oder indem man die Röhren stumpf aufeinander setzt und sie nur durch eine eiserne Buxe, d. i. einem eisernen, oben und unten zugeschärften hohlen Cylinderstücke mit einem in der Mitte auswendig vorstehenden Rande vereinigt.

Man muß sehr vorsichtig in Aufbewahrung des Röhrenholzes sein, denn wenn dasselbe an einem trockenen, den Sonnenstrahlen ausgesetzten Orte liegt, so reißt es sehr leicht und ist alsdann unbrauchbar; am besten ist es, wenn man die fertigen Röhren bis zum Gebrauche einsumpft.

Siebenundsiebzigstes Kapitel.

Die Wagner- und Drechslerarbeiten.

Die Wagnerarbeiten sind beim Bauwesen wegen der Werkzeuge gerade nichts unbedeutendes, indessen gehört doch diese Profession mehr in das Maschinenbauwesen als in die eigentliche Bautechnik.

Die gewöhnlichsten beim Bauwesen nöthigen Wagnerarbeiten sind alle hölzerne Theile von Bauwerkzeug und Geschirr, die verschiedenen Arten von Schubkarren und Zugkarren zum Transport von Baugegenständen und einige hölzerne Theile der Baumaschinen.

Zu den Stielen und Griffen der Werkzeuge und besonders zu Hebelbäumen nimmt man am besten Eschenholz, aber auch Eichen- und Buchenholz wird dazu häufig verwendet.

Schubkarren gibt es viele Arten; der offene oder Reffkarren wird beim Bauwesen weniger verwendet als der Kasten- oder Schuttkarren, dergleichen Karren sind desto besser, je leichter sie dem Arbeiter seine Verrichtung machen und je dauerhafter sie sind. Die Räder derselben werden nebst deren Axe am besten von Eichenholz, die Gestelle von Buchenholz und die Verschaalungen derselben von Tannenholz verfertigt.

Als Zugkarren kommen die gewöhnlichen von drei Personen gezogenen und einem Arbeiter geschobenen Sturzkarren, dann die sogenannten Blockwagen, niedrige Wagen mit kleinen, aber sehr starken Rädern und derben Axen, sowie mit einer starken Pritsche zum Aufladen und endlich neuerdings besonders noch die Eisenbahnwaggons zum Erdtransport in Betracht. Letztere sind eigentlich nichts anderes als Blockwagen, auf denen zum Ausstürzen eingerichtete Kasten sich befinden.

Die Holzarbeit zu Baumaschinen wird theilweis von den Zimmerleuten, theilweis von den Wagnern und endlich theilweis von den Drechslern verfertigt. Die Zimmerleute machen die Gestelle, die im Großen aus Bauholz verfertigt werden, die Wagner Räder, Hebel und dergl., die Drechsler endlich drehen Wellen zu Haspeln und Hebgeschirren, Flaschenscheiben u. s. w. Auch ist der Drechsler zu manchen andern Bauarbeiten erforderlich, dahin gehören besonders die sogenannten Ballustern zu Dockengeländern und geben (Fig. 115 und 116 Taf. III.) einige Abbildungen von dergleichen. Man kann zu denselben Hölzer, die ihre natürliche Farben behalten und polirt werden, verwenden, da die Politur beim Drechseln so leicht zu geben ist, und ist dazu Ahornholz,

Akazienholz als helle Holzarten, sowie Pflaumen- und Kirschenholz, Birn- und Aepfelholz und Nußholz als dunkle Holzarten zu verwenden. Sehr bunte und gemaserte Holzarten passen nicht für Arbeiten, die viele Ausladungen und Gliederungen haben.

Achtundsiebzigstes Kapitel.

Gitterwerk aus Holz mit der Rinde (Treillage agreste).

Das Wesentlichste einer Befriedigung eines Hofes, Gartens, Feldes, Wassers u. s. w. ist, daß sie bei geringen Kosten möglichst dauerhaft sei. Es kann in der That kaum etwas wunderlicheres im Bauwesen geben als jene kostspieligen Befriedigungen, die ein Baukapital kosten, dessen Zinsen nimmer durch den Ertrag des befriedigten Grundstückes erreicht werden.

Es ist deßhalb hier unter Treillage agreste nicht von jenem kostspieligen Lattwerk die Rede, welches in dünnen fein abgehobelten Leistchen alle mögliche Architektur nachahmen sollte und dabei so vergänglich war, es ist vielmehr eine Construction aus Rindenholz gemeint, die sehr wohlfeil, und wenn sie richtig ausgeführt wird, auch ziemlich dauerhaft ist.

Man nimmt dazu, wenn man es haben kann, Zweige von den Bäumen der eßbaren Kastanien, oder auch junge Fichten, wovon das eigentliche Gitterwerk gemacht wird, aber es ist Hauptsache, daß dieses durch regelmäßig angebrachte und bearbeitete Ständer von Eichenholz einen Anhalt und eigentliche Festigkeit gewinnen muß.

Außerdem gehört es zur Zierlichkeit der Arbeit, daß man die Rinde nirgends verletze, sondern möglichst ganz lasse.

Zur Befestigung des Gitterwerkes unter sich nimmt man starke Drahtstifte, da Nägel die dünnen Zweige von einander spalten würden, und da man die schwächeren Zweige da, wo sie sich kreuzen, nicht dadurch noch schwächer machen kann, daß man sie gegenseitig überschneidet, so nimmt man zu ihrer Vereinigung ins Kreuz geschlungenen und zusammengedrehten Draht zu Hilfe.

Tafel IV. Fig. 137 und 138 sind einige Muster für solche Befriedigungen angegeben.

Die Hauptsache für die längere Dauer ist, daß das feinere Gitterwerk den Boden nicht berühre, weil es darin bald fault.

Es wird dieses Gitterwerk bald nur in Brüstungshöhe, bald in Mannshöhe oder noch höher verwendet, je nach dem Zwecke der Befriedigung. Ist es nöthig, daß dieselbe einer derben Gewalt widerstehe, so muß sie aus starken Zweigen bestehen.

Will man Zweige in beträchtlichen Biegungen anbringen, so müssen solche schon zum Voraus in die Bogen geformt und an dieselben gleichsam gewöhnt sein, ehe man sie verwendet.

Die eichenen Ständer, welche dem Ganzen Festigkeit geben sollen, werden bei Brüstungen $1\frac{1}{3}$ bis 2 Fuß tief, bei höheren Geländern tiefer in die Erde gegraben und mit Steinen festgekeilt; soweit sie in der Erde stehen, werden sie angebrannt, um der Fäulniß besser zu widerstehen.

Eilfter Abschnitt.

Unterhaltung und Herstellung von Holzarbeiten.

Neunundsiebzigstes Kapitel.

Einfluß der Wärme auf Holzarbeiten.

Es ist im Vorhergehenden schon überall bei den Constructionen der Holzarbeiten auf die Nothwendigkeit, solche so einzurichten, daß sie durch die Wärme nicht benachtheiligt werden können, hingedeutet worden.

Indessen hat man mehr unvollkommene Constructionen als vollkommene zu repariren.

Schon auf rohe Zimmerarbeiten kann die Wärme einen nachtheiligen Einfluß ausüben. Dahin gehört z. B., wenn sehr frisches und saftiges Holz zu Fachwerkswänden verwendet wird und die Ausmauerung der Gefache nun, bevor das Holz Zeit gehabt hat auszutrocknen, erfolgt. Ich habe ein sonst vorzügliches Gebäude gesehen, das man in dieser Art übereilt aufgeführt hatte, welches die Folge hatte, daß zwischen Holz und Ausmauerung so beträchtliche Zwischenräume entstanden, daß der Wind durch dieselben bis in die doch getünchten Zimmer blies.

Kann nun ein solches Gebäude auswendig über Holz gekleibt und getüncht werden, so ist dieses das einfachste Mittel der Verbesserung, nur darf man nicht vergessen, die Gefache in den entstandenen Ritzen vor der Tünchung gehörig mit Schiefern festzukeilen. Soll die Wand aber auswendig nicht überzogen werden, so muß doch die Verzwickung der Gefache geschehen und sie müssen hierauf nicht mit Kalkmörtel, sondern mit Gipsmörtel in den Fugen verstrichen werden.

Die Bedingungen, unter denen Fußboden von leichtem schwammigem Holze, wie das Fichtenholz ist, ganz gut werden können, sind so schwer zu erfüllen, daß sie deßhalb auch selten gut werden und gewöhnlich eintrocknen; alsdann ist das Gewöhnliche, sie ausspähnen zu lassen, ich habe dieses bei manchem eingetrockneten Fußboden thun lassen und alle mögliche Vorsicht für das Gelingen der Arbeit angewendet; die Späne oder sogenannten Federn wurden sorgfältig eingepaßt, geleimt, fest eingetrieben und genagelt, waren aber doch bald wieder undicht, löseten sich theilweis ab und sahen überhaupt schlecht genug aus; ich habe dagegen die alten Fußboden ganz aufnehmen und wieder dicht legen lassen, was recht gut wurde. Trockneten die Bohlen auch in der Folge noch etwas

ein, so war dieses ein geringer Mißstand. Waren die Fußboden nicht ganz alt und ausgetreten, so ging wenig Holz verloren und das Aufnehmen und Wiederlegen kostete weniger als das Ausspähnen. — Eingefaßte Arbeit soll durch das Eintrocknen nicht leiden, indessen ist dieses doch nicht ganz und gar möglich zu machen; so trocknen doch z. B. die äußeren Rahmenstücke eingefaßter Thüren immer etwas ein und werden alsdann undicht im Futter, hier ist nun die leichteste und zweckmäßigste Herstellung, in den Falz der Thüren Federn von demselben Holz zu leimen, sie können auf das Genaueste gepaßt werden, und man bemerkt sie nicht, weil der überstehende Falz, der den eigentlichen Thüranschlag bildet, sie verdeckt. Durchaus übel ist dagegen die Methode, in einem solchen Falle Leisten auf die Fugen in die Futter zu nageln, was die ganze Thüre verdirbt.

Es mögen dieses einige Beispiele von Verbesserungen von Mängeln, die an Holzarbeiten durch das Eintrocknen am häufigsten entstehen, sein, manigfaltige andere Ausbesserungen der Art lassen sich in ähnlicher Art bewirken.

Achtzigstes Kapitel.

Abstellung von Gebrechen, die an Holzarbeiten durch Feuchtigkeit entstehen.

Zunächst leidet dadurch manigfaltig das äußere Holz der Fachwerksgebäude. Am häufigsten werden Grundschwellen der Gebäude, die nicht so gelegt sind, daß sie gegen Feuchtigkeit gesichert sind, faul. Eine gute eichene Grundschwelle, die entweder unmittelbar auf dem Boden oder doch so liegt, daß das vom Boden abspritzende Regenwasser gegen sie anfällt, dauert höchstens zwölf Jahre. Man kann aber diesem Nachtheil entgegnen, wenn man die Schwellen hoch genug vom Boden legt, d. h. wenigstens 1½ Fuß oder besser 2 Fuß an der niedrigsten Stelle von demselben entfernt, sodann ist es nöthig, das Mauerwerk unter der Schwelle auf 6 bis 9 Zoll Höhe derselben bündig zu machen, damit sich die Feuchtigkeit nicht auf dem vorspringenden Theil des Sockels sammeln und so unter die Schwelle dringen könne.

Auch höhere Theile der Fachwerksgebäude leiden leicht durch Feuchtigkeit, wenn sie einem continuirlichen Anfalle des Regens ausgesetzt sind und nicht auch von der Luft gut bestrichen werden, um schnell wieder zu trocknen. Deßhalb verfaulen die Holzstücke von Wänden in einspringenden Winkeln, welche nach der Wetterseite offen sind, so sehr leicht.

Alles sogenannte Hirnholz (das im Querdurchschnitte des Stammes sichtbar werdende Holz) verfault sehr leicht, wenn es dem Wetter ausgesetzt ist. Deßhalb ließ man an den älteren Gebäuden die Balkenköpfe gern einige Zoll vorstehen, was dann aber zur Folge hatte, daß die Holzstücke zunächst über den Balkenköpfen, auf denen sich die Feuchtigkeit sammelte, von Fäulniß litten.

Für dergleichen ist aber eine wesentliche Ausladung des Dachbordes, die dem Fachwerksgebäude überhaupt gehört, ein guter Schutz.

Für die Sicherung von Thüren, Schaltern, Fensterrahmen, Futtern und Verkleidungen, Gesimsen und dergleichen Holzarbeiten auswendig an Gebäuden

wird der Oelfarbenanstrich und bei horizontalen oder wenig geneigten Flächen ein Blechüberzug angewendet; der Oelfarbenanstrich, wenigstens der erste, muß bei vollkommen trockenem Wetter vorgenommen, das Blech muß verzinnt sein und sowohl an der inneren als äußeren Seite angestrichen werden. Man streicht das Holzwerk auswendig an Gebäuden wenigstens drei- bis viermal an. Durch Wiederholung des Anstriches, wenn er durch die Sonnenstrahlen und den Regen ausgewittert ist, kann man das Holz oft noch lange Jahre erhalten, denn gerade in solchem ausgewitterten Holze bildet der Oelfarbenanstrich, indem er tief eindringt und die Oberfläche glättet, einen schützenden Kitt.

Es ist dessen zeitweilige Erneuerung besonders an Fensterrahmen nöthig, wenn diese jedoch auch mit der Zeit abgängig werden, so ist ihre theilweise Erneuerung, besonders die Anschäftung der sogenannten Wetterschenkel und Rahmenunterstücke eine sehr gewöhnliche Ausbesserung, ebenso die der Fenstersohlbänke in Fachwerksgebäuden.

Zwölfter Abschnitt.

Metallarbeiten im Allgemeinen.

Einundachtzigstes Kapitel.

Eigenschaften der verschiedenen Arten von Schmiede- und Gußeisen.

Die schon oben im neunzehnten Kapitel erwähnte, von der hannövrischen Regierung bestellte Commission, die im April 1834 zu Cassel Versuche zur Bestimmung der Elasticität und Festigkeit verschiedener Sorten Stabeisen anstellte, hat eine sehr große Anzahl von Resultaten publicirt, aus denen ich einige Angaben entlehne*).

Das specifische Gewicht von Sollinger Stabeisen, ins Quadrat gewalzt und aus vier Stäben raffinirt, fand sich im Mittel .	= 7,8438
Von Sollinger Stabeisen ins Quadrat geschmiedet und zu vier Stäben raffinirt	= 7,8350
Von Sollinger ordinärem Rundeisen, das nicht raffinirt war . .	= 7,8406

*) Dieselben sind im vierten Bande der Studien des Götting'schen Vereins bergmännischer Freunde vollständig abgedruckt.

Die größte absolute Festigkeit, d. h. der Cohäsions-Widerstand, womit die versuchten Stäbe nach ihrer Längenrichtung zerrissen worden sind, war auf einem Quadratzoll (rheinländisches Duodecimalmaß) berechnet und fand sich unter vierzig versuchten Sorten bei Stabeisen, das vierkantig kalt geschmiedet war und aus $^3/_4$ Sollinger und $^1/_4$ Gitteldschen Eisen bestand, 73861 Pfund kölnisches Gewicht.

Die geringste Festigkeit hatte unter 61 Versuchen Königshütter Stabeisen aus reinem Gitteldschen Roheisen vom Klumpfrischen, sie betrug nur 52425 Pfd.

Sollinger Gußstahl, unschweißbare Sorte, geschmiedet . . .	121322	„
Deßgleichen schweißbare Sorte geschmiedet betrug	117258	„
Englisches Stabeisen auf gewöhnliche Weise raffinirt und gewalzt	55466	„
Schwedisches Stabeisen, ordinäres, geschmiedet	41333	„

Weisbach gibt folgende absolute Festigkeiten ebenwohl auf den Quadratzoll an.

Eisen in Drähten	85000	Pfund.
Eisen in Stäben	58000	„
Eisen in Blech	55000	„
Gußeisen	19000	„
Stahl	120000	„
Gehärteter Gußstahl . . .	146000	„

Derselbe nimmt an, daß man, um sicher zu gehen, nur den sechsten Theil annehmen dürfe, also z. B. statt 58000 Pfund nur etwa 10,000 Pfund.

Das specifische Gewicht von Gußeisen geben Schmidt und R. Stuart, die sich beide wohl nach Brisson richten, zu 7,207 an, das specifische Gewicht von Stahl, der weder geschmiedet, noch gehärtet war, gibt Stuart zu 7,833 und das von gehärtetem Stahle zu 7,840 an.

Die Festigkeit der Drähte ist immer größer als die stärkerer Stäbe, weil die Drähte eine Kruste haben, die fester ist als der Kern.

Als empirische Proben von der Güte des Eisens sieht man gewöhnlich an:

wenn es sich kalt hin und her biegen läßt und endlich beim Springen nicht glatt, sondern wie Holz mit einer Rinde abbricht,

wenn es auf dem Bruche lange breite Fasern hat, die keine verschlossene aschgraue, sondern eine metallisch glänzende Farbe haben, (sind indessen die Augen kleinspreißig und nicht fernig, haben solche vielmehr dünne Blätter von einem sehr matten Silberglanze und der Bruch ist mit einem vorstehenden Rande versehen, so zeigt derselbe doch ein gutes Eisen an),

wenn sich das Eisen zwar gut, und ohne zu reißen, zu einer Platte ausdehnen läßt, allein starke Hitze und Hammerschläge erfordert,

wenn das Eisen gut schmilzt und nicht unganz wird.

Der Stahl unterscheidet sich dadurch vom Eisen, daß er kein blätteriges oder fadenartiges Gewebe, vielmehr eine körnige Textur hat, dichter, schwerer und elastischer ist, langsamer rostet, beim Zerschlagen schief springt, im Feuer weniger Funken wirft und auch allerhand Farben annimmt.

Zweiundachtzigstes Kapitel.

Eigenschaften anderer Metalle, die im Bauwesen benutzt werden, als von Kupfer, Messing, Glockengut, Blei u. s. w.

Das spezifische Gewicht der genannten Metalle ist nach den Angaben von Brisson*) mit denen, die von R. Stuart übereinstimmen:

Gegossenes Kupfer	= 7,788
Zu Draht gezogenes Kupfer	= 8,878
Gegossenes Blei	= 11,352
Gegossenes Zinn (von Malacca) . . .	= 7,296
Gehämmertes Zinn	= 7,306
Gegossenes Zink	= 7,190
Gegossenes Nickel	= 9,000

Die absolute Festigkeit verschiedener dieser Metalle beträgt nach Weisbach auf den Quadratzoll

beim Kupfer	= 35000	Pfund.
„ Kupferdraht	= 73000	„
„ Messing	= 18000	„
„ Glockengut	= 34000	„
„ Blei	= 1900	„
„ Bleidraht	= 2000	„

Während bei Constructionen von Eisen der Rost der größte Feind ist, den man zu bekämpfen hat und den man besonders bei Eisenblecharbeiten sehr zu fürchten hat, rechnet man bei den Arbeiten, die von Kupfer gemacht werden, auf eine längere Dauer, da dieses Metall, wenn es schon auch oxidirt und dadurch sich in Grünspan verwandelt, dennoch darin einen langsameren Prozeß befolgt.

Indessen hat es ebenso gut, wie das Eisen, eine große Veränderlichkeit durch die Temperatur, und es bedarf deßhalb in dieser Hinsicht aller möglichen Vorsicht.

Blei oxidirt noch leichter und wird bei seiner sehr geringen absoluten Festigkeit so sehr vom Temperaturwechsel angegriffen, daß oftmals Bleibedeckungen bei sehr heftigem Frostwetter durch die starke Zusammenziehung platzen und sich aufrollen.

Man hoffte, im Zink eine dauerhaftere Bedeckung gefunden zu haben, besonders da eine unglückliche Aeußerung in Berzelius Chemie, daß sich dasselbe in freier Luft mit einem weißen Ueberzuge bedecke, der sich nicht auflöse und gegen weitere Einwirkung der Witterung sichere, dieses fest zu stellen schien. Allein es hat sich diese Meinung nicht bestätigt, Zinkplatten oxidiren, zu Bedeckungen im Freien verwendet, so stark, daß sie zuletzt nicht viel besser sind wie Löschpapier. Besonders stark ist diese Zersetzung an der unteren Fläche zwischen Holz und Metall, wo sie bei kaltem Wetter anlaufen wie Fensterscheiben.

Messing, Argentan, Tombak und ähnliche Zusammensetzungen werden im Bauwesen mehr zur Verzierung von Schlössern und Beschlägen, als zu wesent-

*) Pesanteur spécifique des corps. Paris. 1787.

lichen Dingen benutzt und ist also ihr gutes Ansehen, sowie auch, daß sie sich gut reinhalten und poliren lassen, ihre wesentliche Eigenschaft.

Zu ähnlichen Zwecken dienen auch die edlen Metalle, Gold und Silber, und wird von dem ersteren Metalle zur Vergoldung ein gar nicht seltener Gebrauch gemacht. Silber wird seltener zu dergleichen gebraucht, weil es so leicht schwarz wird.

Ob man die auf galvanischem Wege möglichen Metallüberzüge beim Bauwesen vielfältig verwenden werde, müssen Erfahrungen ergeben. Allerdings hat man schon angefangen, Eisenblech, das auf solche Weise überzogen ist, zu Dachbedeckungen zu benutzen; aber die Erfahrungen von einigen Jahren sind nicht genügend, um solche zu empfehlen.

Dreizehnter Abschnitt.

Schmiedearbeiten.

Dreiundachtzigstes Kapitel.

Eisenconstructionen, die zum inneren Zusammenhalt der Gebäude und Verbindung der Gebälke dienen.

Die innere Verbindung der Gebäude durch Eisenconstructionen ist einer der wesentlichsten, wenn schon häufig vernachläßigten Theile der Construction. Sie kann einmal dazu dienen, um einzelne Constructionen in sich zu festigen und dann auch um die Festigkeit des ganzen Gebäudes direkt zu vermehren.

Zu den ersteren sind zu rechnen alle Arten Klammern, Winkeln, Bügeln und Umlegeeisen, zu den anderen alle Balkenverankerungen mit Mauern und Wänden und Vereinigung der Balken unter sich.

Taf. IV. Fig. 136 a u. b, sowie Fig. 139 a u. b zeigen verschiedene Arten Klammern.

" " 140 a u. b eiserne Winkel zu wagerechter, wagrecht aufrechter und aufrechter Verbindung.

" " 141 Bügel, um Balken u. Balkenträger an Hängesäulen zu befestigen.

" " 142 Befestigung der Hängesäulen an die Sparren, eine andere ist schon in Fig. 75 dargestellt.

" " 143 Befestigung von Sparren an Balken.

" " 144 Befestigung gestoßener Balken.

Taf. IV. Fig. 145 a u. b, durchgehendes Zugeisen mit Verankerung zur Verhinderung des Ausweichens gegenüberstehender Mauern und Wände.

„ „ 146 Zugeisen und Verankerungen von Balken mit den Außenmauern.

„ „ 147 Vereinigung von Balken unter sich.

Dieses Letztere halte ich für besonders nothwendig und glaube, daß es erforderlich ist, eine solche Vereinigung so weit auszudehnen, daß jedes Stockwerksgebälke ein zusammenhängendes Ganze bildet, so daß kein einzelner Theil derselben ausweichen könne, ohne an dem Ganzen einen Anhalt zu finden.

Eiserne Verbindungen von steinernen Gewölbeconstructionen und anderen Steinzusammensetzungen sind schon bei den Maurerarbeiten in Bezug genommen.

Vierundachtzigstes Kapitel.

Eiserne Dachstühle.

Man unterscheidet solche Constructionen, die aus Holz und Eisen gemischt sind und solche, die nur aus Eisen bestehen.

Die ersteren sind die am meisten praktischen, da sie zugleich jeder Art von Dachbedeckung eine einfache Befestigung möglich lassen. Die Figuren 73 und 74 geben davon einige Beispiele; die Figur 74 ist nach einem Dache über Werkstätten auf dem Bahnhofe zu Altona gezeichnet.

Wenn man die nöthige Stärke solcher Eisenconstructionen nach den oben angegebenen Erfahrungen über die absolute Festigkeit des Eisens berechnen wollte, so würde man scheinbar sehr geringe Stärken, manchmal wahre Drähte statt Stangen bekommen. In der That lassen sich solche Constructionen, wenn große Sorgfalt angewendet wird, mit außerordentlich wenig Aufwand von Material ausführen; allein man muß bedenken, wie schwer es ist, sich davon zu überzeugen, daß Metallstücke im Gießen und Schmieden keinen innern Fehler erhalten, und wenn man nun auch durch angestellte Proben in einem gewissen Grade von ihrer Vollkommenheit überzeugt worden ist, so ist doch keineswegs erwiesen, daß die absolute Festigkeit der Metalle in ihrer Anwendung ewig dieselbe bleibe und nicht durch die Anwendung ebenso gut, wenn auch langsamer, ermüde, sich vermindere und selbst vernichte, wie dieses bei andern Materialien, besonders beim Holze, stattfindet. Es ist deßhalb Weisbach's Vorschrift, daß man bei solchen Constructionen die absolute Festigkeit des Eisens nur um den sechsten Theil so groß annehmen solle, wie die Erfahrungssätze geben, oder mit andern Worten, daß man die Constructionen sechsmal so stark machen soll, wie sie nach der Berechnung eigentlich zu sein brauchten, nicht zu tadeln.

Fünfundachtzigstes Kapitel.

Eiserne Brücken, gußeiserne strebeförmige Zusammensetzungen, gußeiserne gewölbförmige Constructionen.

Ein nützliches Beispiel einer strebeförmigen Zusammensetzung gibt Pont des arts, welche zu Paris dem Louvre gegenüber vor etwa vierzig Jahren erbaut wurde, nicht etwa weil sie eine musterhaft gute Construction ist, sondern eben weil sie kein vollkommenes Resultat gehabt hat. Rondelet sagt zwar, die Brücke sei für Fußgänger erbaut, macht aber selbst darauf aufmerksam, was ich auch nachgewiesen habe, daß Fußgänger eine Brücke mehr belasten könnten, wie Frachtwagen. Uebrigens war man in der Zeit, wo ich die Brücke in Paris sah, nicht der Meinung, daß die Brücke ursprünglich nur für Fußgänger bestimmt gewesen sei, wie auch bei ihrer großen Breite und ihrer Lage nicht sehr wahrscheinlich ist, daß aber die Regierung es verboten habe, sie mit Fuhrwerken zu passiren, weil man sie für allzu schwach erkannte; auch waren bei ihren Zugängen Barrieren angebracht, welche nur wenige Personen zugleich passiren konnten, so daß sich ein Volksgedränge nicht in dichter Masse darüber wälzen konnte. Rondelet meint, die Brücke würde wesentlich besser sein, wenn die Bogen im Scheitel durch Querstangen und durch dergleichen über den Pfeilern weg von einem Brechpunkte des einen Bogens zu dem nächsten Brechpunkte des andern Bogens verstärkt wären; durch das Letztere würde nur das gute Aussehen der Brücke etwas leiden. Die Bogenstücke sind von Gußeisen, welches durch Schmiedeeisen vereinigt ist.

Weit gelungener ist die Construction der sogenannten Brücke von Austerlitz*) nach dem zweiten System der gewölbförmigen Zusammensetzung; ich habe solche bei der Passage sehr schwerer Frachtwagen beobachtet und zwar allerdings mehr Erschütterung wie bei einer guten steinernen Brücke, aber doch keine so heftige Bewegung bemerkt, daß man davon für die Brücke hätte Nachtheil erwarten können.

Uebrigens ist eben die leichtere Vibration aller eiserner Brücken der große Nachtheil, in dem sie besonders zu Steinconstructionen stehen, weßhalb ich erstere ohne äußerste Verstärkung, die sehr kostspielig ist, für Eisenbahnen untauglich halte, wenn sie weite Spannungen ohne Unterstützungen bedecken sollen, und mich deßhalb auf die oben gegebene Berechnung der Einwirkung der Locomotiven auf Brücken beziehe.

Sechsundachtzigstes Kapitel.

Drahtbrücken und Kettenbrücken.

Ganz besonders findet Vibration bei den Drahtbrücken und Kettenbrücken statt. Die Bequemlichkeit, große Entfernungen mit solchen Brücken zu über-

*) So hieß sie ursprünglich und ist so in den meisten Werken benannt, hernach Pont du jardin des plantes, jetzt wahrscheinlich wie früher.

spannen, allein mehrere traurige Erfahrungen haben eine größere Vorsicht bei deren Erbauung eingeführt.

Die zu Freiburg über eine Thalschlucht, durch welche die Sarine fließt, erbaute Drahtbrücke ist eine so kühne Construction, wie wohl je eine gemacht wurde. Die Drahtbrücken, von denen mehrere einstürzten, wurden durch die Kettenbrücken verdrängt.

Eine berühmte Kettenbrücke ist die bei Hammersmith, unweit London.

Eine der größeren Kettenbrücken in Deutschland ist die bei Hameln. Sie besteht aus zwei Abtheilungen, die von drei Bogenthoren, zwei an den Eingängen und eines in der Mitte, getragen werden. Sie ist zwischen den Ketten 20 Fuß 6 Zoll Cassler Maaß breit, ohne den Raum, den die Ketten selbst und die Geländer einnehmen, so daß sie auswendig gemessen 24 Fuß 5 Zoll breit ist. Jede dieser Ketten, deren auf jeder Seite, wie gewöhnlich, zwei sind, enthält 37 Abtheilungen, deren jede, von Mitte zu Mitte der Oehre gemessen, 9 Fuß 1 Zoll 9 Linien lang ist, und abwechselnd aus acht und neun ebenso langen, dabei $4^1/_8$ Zoll hohen und $^5/_8$ Zoll dicken Theilen besteht, die in den Oehren mit denen der nächsten Abtheilungen wechselnd zusammengereihet sind. Die Axen dieser Oehre, an welchen die Hängestangen angehängt sind, ruhen auf pyramidalen stählernen Stützen, die schwalbenschwanzförmig in die Oehre eingelassen sind und unten $1^1/_2$ Zoll breit, dabei einen Zoll hoch sind. Die Oehre der Hängestangen sind auswendig 6 Zoll breit.

Diese Hängestangen sind alle gleicher Dicke, nämlich $1^7/_8$ Zoll zu $^4/_8$ Zoll.

Jede Kette ist um und bei 340 Fuß lang.

Die von Quadersteinen erbauten Thorbogen sind im Lichten 16 Fuß 6 Zoll weit, 18 Fuß 3 Zoll tief, und jede Widerlage ist 8 Fuß 1 Zoll dick.

Die Brückenbahn ist ungefähr 27 Fuß weit von jeder Thorbogenseite noch unterstützt, und so weit befinden sich also an den Ketten keine Hängeeisen.

Die Balken, welche von diesen Hängeeisen getragen werden, indem sie durch dieselben gehen und unten mit einer Schraubenmutter verwahrt sind, sind 12 Zoll hoch und $6^1/_2$ Zoll breit.

Die Brücke bewegt sich sehr stark, auch wenn nur ein einzelner Wagen darüber fährt. Die Kraft Einer Person ist selbst in der Nähe der Thorbogen hinreichend, um sie in schwankende Bewegung zu bringen.

Man hat deßhalb ein besonderes Brücken-Reglement angeschlagen, um zu verhindern, daß die Brücke durch heftige Erschütterung oder zu große Belastung auf einmal Schaden leide.

Die Befestigung der Ketten an ihren beiden Enden ist in Steinconstructionen an beiden Ufern unter der Erde angebracht.

Die Brückenbahn der Abtheilung an der Stadtseite hat sich etwas gesenkt, so daß sie concav geworden ist, die an der anderen Seite ist dagegen etwas convex, welches man dem zuschreibt, daß der Bohlenbelag der convexen Abtheilung abgenommen wurde, um ihn zu erneuern, ohne ihn gleichförmig belastet zu lassen.

Weisbach sagt, daß man nach den Erfahrungen in Frankreich für Spannketten die größte Belastung auf 1 Quadratmillimeter 12 Kilogramme und für Spannseile aus Eisendraht 18 Kilogramme Tragkraft annehmen könne. Da die Hängestäbe noch die Stöße der Wagen u. s. w. aufzunehmen hätten, so belaste man sie gar nur mit $1^1/_2$ Kilogrammen auf 1 Quadratmillimeter. Auf das preußische Maaß reducirt, läßt sich hiernach setzen: für die Spannketten auf einen Quadratzoll 17500 Pfund, für Spannseile 26300 und für die Hängestäbe 2190 Pfund Maximalbelastung.

Wie die Maximalbelastungen der Brücken in Anschlag zu bringen seien, habe ich schon gezeigt. Die Last der Brücke selbst darf dabei nicht vergessen werden.

Zu Kettenbrücken wird nur geschmiedet Eisen, nie Gußeisen verwendet.

Vierzehnter Abschnitt.

Schlosserarbeiten.

Siebenundachtzigstes Kapitel.

Thüren=, Schalter= und Thorbeschläge und deren Schlösser.

Man unterscheidet gewöhnlich für Thüren und Schaltern drei Arten von Beschlägen, nemlich:

a) Lange Bande T. IV. F. 148 und 149.
b) Schüppenbande T. IV. F. 150.
c) Fischbande T. IV. F. 151.
d) Zapfenbande T. IV. F. 152 a und b, und F. 153.

An leichten Thüren werden auch

e) Charnierbanden T. IV. F. 166

verwendet. Fig. 149 hat ein Charnier für eine Thüre oder Schaltertheilung. Die langen und die Schüppen=Bande werden zu ordinären Thüren, die stark benutzt werden, die Fischbanden zu besseren Zimmerthüren angewendet, die Zapfenbanden verlangen starke, gut construirte Thüren, die sich nicht werfen und dadurch in der Mitte kein Futter abziehen können.

Bei den Thürschlössern unterscheidet man besonders die überbaueten und die eingesteckten. Letztere werden besonders bei zweiflüglichen Thüren angewendet.

Die Klinken der Schlosse sind entweder mit hebender oder mit schießender Falle; bei den ersten muß man, um zu öffnen, drücken, bei den andern drehen; hiernach soll man die Angriffe der Schlösser passend einrichten, denn es ist sehr unbequem, wenn an Schlössern mit schießenden Fallen Griffe sind, die Jedermann für Drücker hält, statt daß es Dreher sein sollen; ein solcher Griff wird dann sehr bald lose, so daß er hernach weder als Drücker, noch als Dreher zu brauchen ist.

Vorzügliche Sorgfalt verwendet man gewöhnlich und mit Recht an die Schlösser der Hausthüren. In T. IV. F. 154 ist ein solches abgebildet. Ein gutes Schloß muß zunächst in allen seinen Verhältnissen richtig, weder zu schwach, noch auch unnöthig stark, weder zu leicht, noch plump sein; darin muß es nach

der Schwere der Thüre gerichtet werden. Zu diesen Verhältnissen gehört auch, daß die Riegel richtig in den Schloßkasten passen und beim Aufschließen sich eben nur an dessen Umschweif anlegen, das Auf- und Zuschließen muß, wie man es nennt, eine doppelte Tour haben, d. h. sich zweimal wiederholen, um den Schloßriegel gehörig weit vorgehen zu machen. Die Federn müssen stark und dauerhaft eingerichtet sein, der Schloßkasten muß vollkommen rechtwinklicht, die Schloßdecke ganz eben, also nicht windschief sein. Jede Bewegung der Schloßtheile muß gedrängt, aber hervorzubringen nicht beschwerlich sein, es muß alles genau passen und weder zu lose, noch zu dicht anschließen.

Die verschiedenen Benennungen des Schlosses sind nach der Abbildung folgende: a ist die Falle und zwar hier eine schießende, b ist der Schloßriegel, c der Nachtriegel, d ist der Umschweif, f ist die Vorderstudel, g die Hinterstudel, h sind Federn, i sind Zuhaltungen, k ist das Eingerichte; so heißen die kreisförmigen Ansätze, welche die Form des Kammes des Schlüssels beschränken und es unmöglich machen, daß ein anderer als denselben entsprechender Schlüssel zum Oeffnen des Schlosses verwendet werden könne; man unterscheidet dabei den Mittelbruch, der dem mittleren Einschnitte entspricht, den Ober- und den Unterbruch, welche mit den solchen kreuzenden Einschnitten übereinkommen.

In F. 155 a ist ein am Deckel eines eisernen Kasten (Geldkasten) anzubringendes Schloß, welches die ganze Größe des Deckels einnimmt. Dasselbe hat zwölf Riegelköpfe, die zugleich auf- und zugeschlossen werden. F. 155 b ist das Profil eines Riegelkopfes im Umschweife.

Bei den Beschlägen der Thüren sollte man vor allem darauf sehen, daß sie der Schwere und Größe der Thüren wohl entsprechen, und darin wenigstens bei Thüren, die viel benutzt werden, nichts sparen, besonders auch für deren recht haltbare Befestigung, sowohl an der Thüre als an dem Gebäude, Sorge tragen.

Bei den Schalterbeschlägen gilt dasselbe; Schlösser werden selten an denselben angebracht, und sind die Arten, solche von Innen durch Einhenkel, Schubriegel oder Schrauben zu befestigen, allbekannt.

Die beste Sicherung einer Schalter gegen Einbruch ist, solche an der inneren Seite mit Blech zu beziehen, weil man solches ohne lautes Geräusch nicht davon bringen, noch durchdringen kann.

Bei Thoren finden dieselben Bedingungen für Schlösser und Beschläge statt, wie bei Thüren, nur daß sie nach Verhältniß der Schwere des Thores stärker sein müssen; zu Verstärkung schwerer Thore und Thüren bringt man auch gern auf ihren Ecken eiserne Winkel an, entweder auf den Kanten oder auf der flachen Seite der Rahmenstücke, sowie man auch bei denselben statt einfacher Bande Winkelbande anwendet.

Glasthüren und Gitterthüren haben gewöhnlich nur sehr schmale Rahmenstücke; da nun die Schlösser nicht wohl vor diesen Rahmenstücken vorstehen können, so hat das Schwierigkeit für die Construction des Schlosses, man muß dieses bedenken, um die Rahmenstücke nicht allzu schmal zu machen.

Achtundachtzigstes Kapitel.

Fensterbeschläge.

Von dem Fensterbeschlage hängt der dichte Schluß des Fensterrahmen ab, vorausgesetzt, daß dieser vom Schreiner gut gearbeitet sei.

Die gewöhnlichsten Beschläge bestehen aus Winkelbanden, Stützhaken und Vorreibern, oder auch Schubriegeln.

Bessere aus Fischbanden, sogenannten Bascülen oder auch Espagnolettstangen.

Die Bascüle kann durch eine gezahnte Stange oder auch durch eine runde Scheibe mit sogenannten Schwanenhälsen in Bewegung gesetzt werden. Ich halte dieses letztere für die beste unter allen bekannten Verschließungsweisen, sie ist in T. IV. F. 156 abgebildet, die Stange greift oben und unten in Kloben ein.

Die einfache Espagnolettstange dreht sich in Kloben auf der Schlagleiste der Fensterflügel und hakt sich oben und unten in Kloben ein, wobei der Griff ein Gewerbe hat. Man hat aber auch eine Verbindung des Systemes der Bascüle und der Espagnolettstange, indem man den Griff und mittleren Verschluß der letzteren beibehält, in den Kloben, worin sich die Stange dreht, aber dieselbe von einander schneidet und nur mit Schrauben verbindet, so daß sich beim Drehen des Griffes mittelst dieser Schrauben das obere und untere Stangenstück auf und nieder bewegen und in Kloben einschieben. Es kann ein solcher Beschlag sehr elegant verziert werden und ist auch sehr leicht beweglich und zweckmäßig.

Neunundachtzigstes Kapitel.

Gitterarbeiten.

Gitter, welche zur Sicherheit gegen Einbruch oder Ausbruch dienen sollen, dürfen keine schwächere als Einen Zoll dicke Stäbe von Schmiedeisen haben und diese Stäbe dürfen nicht weiter als 5½ Zoll von einander entfernt sein, stehen sie aufrecht auf eine größere Höhe, wie zwei einen halben bis drei Fuß, so müssen sie durch Querstäbe verstärkt werden, die wenigstens 2½ Fuß von einander entfernt sind und welche über die aufrechten Stäbe gelocht sind.

Gitter, die zu Befriedigungen dienen, bei denen es mehr auf eine Absonderung als vollkommene Abwehr ankommt, brauchen nicht so stark und dicht im Eisen zu sein, sie werden manigfaltig verziert und dabei auch andere Metalle, z. B. Bronze, Messing, Zinn und Zink, zu Hülfe genommen.

Sollen die Gitter vollkommen fest sein, so darf dazu nur Schmiedeisen, nicht aber Gußeisen verwendet werden, denn letzteres widersteht nur in beträchtlicher Dicke einem heftigen Hammerschlage; zu den erwähnten leichteren Be-

friedigungen wird aber gewöhnlich Gußeisen genommen, weil dasselbe viel wohlfeiler ist und mancherlei Verzierungen sich darin fast ohne Kosten darstellen lassen. Sie müssen durch steinerne Pfeiler und Sockel oder durch eiserne Ständer einen Anhalt finden. Formen, welche das Uebersteigen durch horizontale Anhaltspunkte möglich machen, müssen vermieden werden.

Neunzigstes Kapitel.

Eiserne Ofen und eiserne Kochheerde mit ihren Beschlägen und Zubehör.

Der eigentliche Ofen ist selten Schlosserarbeit, es sei denn, daß er von Eisenblech verfertigt werde; indessen ist doch aller Beschlag, der zu der Zusammensetzung der Ofen gehört, sowie das Zusammenpassen der verschiedenen Theile desselben Arbeit des Schlossers, und es wäre überhaupt passender, auch die Aufstellung aller eiserner Ofen den Schlossern zu übertragen wie den Kröpern.

Seit etwa einem halben Jahrhunderte hat mit der zunehmenden Theuerung der Brennmaterialien auch das Interesse an der Einrichtung der Heizanstalten sehr zugenommen, und in der That bedurften dieselben einer wesentlichen Reform.

Die Eisenhütten haben dieses Interesse reichlich ausgebeutet und mit einer Unzahl von Ofen das Publikum versehen, unter denen auch der minder vorzügliche doch immer besser ist, wie die älteren Ofen waren.

Der Graf von Rumford sagt in seinen kleinen Schriften, daß man nicht eher sagen könne, unsere Heizanstalten seien vollkommen, bis die Schornsteine, die von ihnen abgehen, inwendig so weiß blieben, wie eine geweißte Wand, indem erst dieses ein vollkommenes Verbrennen des Heizungsmateriales beweisen werde. Wem dieses übertrieben scheint, der mag sich erinnern, daß man es doch bei den Lampen bereits zu einem solchen Verbrennen des Materiales gebracht hat.

Indessen würde dazu nicht allein ein vollkommener Ofen, sondern auch ein vollkommener Schornstein und vollkommenes Brennmaterial gehören.

Wie die Schornsteine eingerichtet werden müssen, ist bereits erläutert.

Der Ofen nothwendigste und wichtigste Eigenschaft ist, daß sie so stark als möglich ziehen, um die vollkommene Verbrennung des Materiales zu bewirken, die zweite Eigenschaft, daß sie die durch diese vollkommene Verbrennung erzeugte Wärme so vollständig als möglich dem Zimmer, das sie erwärmen sollen, mittheilen.

Diese beiden Eigenschaften stehen aber eben in Opposition zu einander, was das eine befördert, vermindert das andere.

Man construire einen Ofen mit einem Feuerkasten, dessen Rost das ganze Brennmaterial berührt, und dessen Zwischenräume (die des Rostes nemlich) zusammengenommen doch nicht mehr Durchschnittsfläche enthalten, als die Abzugsröhre des Feuerkastens; man führe diese Abzugsröhre in verticaler Richtung und sich allmählig etwas erweiternd zum Schornsteine, man bringe diesen Schornstein zwischen zwei anderen erwärmten Rauchröhren an und lasse sie, ohne Zutritt eines anderen Luftzuges, als den an der oberen Mündung,

sich eben wohl allmählig erweiternd, hoch genug, um keinen Anstoß zu finden, aus dem Gebäude emporsteigen; man nehme ferner die besten abgeschwefelten Steinkohlen zum Brennmaterial, und man wird eine so lebhafte und heftige Verbrennung erlangen, daß von Rauch und Ruß nicht viel sichtbar sein möchte, allein man wird viel Brennmaterial verbrauchen und doch nur eine verhältnißmäßig geringe Erwärmung des Zimmers erlangen; denn sehr viel Wärme wird durch den Schornstein entweichen.

Man versuche es nun aber, die Circulation der Wärmezüge in dem zu heizenden Zimmer durch auf- und absteigende Züge zu verlängern, bis die in denselben fortströmende Luft fast erkaltet ist, so wird auch die Vollkommenheit des Verbrennungsprocesses sich vermindern.

Die Kunst liegt also darin, die Heizapparate so einzurichten, daß in dieser Beziehung die rechte Mitte getroffen werde.

Auch sind nicht alle Maßregeln, die zur Vermehrung des Zuges dienen, der Erwärmung nachtheilig; dahin gehört einmal das oben angegebene Verhältniß zwischen den Oeffnungen im Roste des Ofens und der Abzugsöffnung des Feuers, ebenso die allmählig zunehmende Erweiterung der Abzugs- oder Circulationsröhren, und dann möchte ich nach meinen Erfahrungen behaupten, daß niedersteigende Züge mehr dem Verbrennungsprocesse schaden, als solche, die horizontal gehen, und noch weniger solche, die, wenn auch dem horizontalen sich nähernd, allmählig etwas aufsteigen.

Sodann ist es ungemein nützlich für eine ökonomische Verbrennung des Heizungsmateriales, wenn von diesem in jedem Moment nur so viel zur Verbrennung kommt, als zur Heizung des Zimmers nöthig ist.

In diesem Betracht ist die Erfindung der Füllöfen von außerordentlichem Nutzen, indem sie nicht nur diesen Endzweck erreicht hat, sondern auch die Verwerthung eines bis dahin kaum benutzten Theiles der Ausbeute der Braunkohlenwerke, nemlich des sogenannten Kohlenkleins, herbeigeführt hat.

Ein solcher Ofen ist in den T. IV. F. 157 und 158 abgebildet. Auf den Rost werden bei der ersten Einheizung einige glühende Kohlen gebracht und alsdann wird das Kohlenklein, von dem man mittelst eines Durchschlages schon auf der Halde den eigentlichen Staub gesondert hat, in den innern Cylinder, dessen Deckel abgenommen werden kann, geschüttet und senkt sich nun allmählig auf den Rost zum Verbrennen herab. In einen solchen Cylinder gehen $2\frac{1}{2}$ Cubikfuß Kohlenklein, welche hier in Cassel bis ins Haus $2\frac{1}{2}$ Sgr. kosten, und reicht eine solche einmalige Füllung hin, um ein geräumiges Zimmer von drei Fensterbreite, also etwa 24 Fuß Länge und von 16 Fuß Breite und 12 Fuß Höhe, welches nicht zwischen anderen erwärmten Zimmern liegt, auch selbst in der kältesten Jahreszeit einen Tag und eine Nacht, also 24 Stunden lang, vollkommen warm zu erhalten. Will man die Verbrennung etwas beschleunigen, so dient dazu die unter dem Rost angebrachte Rüttelvorrichtung, welche sich in den Oeffnungen des Rostes bewegt und dieselben aufräumt, dieses darf jedoch nicht zu oft geschehen, weil sonst die Möglichkeit entsteht, daß sich nicht nur die unteren Kohlen des inneren Cylinders entzünden, sondern auch der Brand den Kohlenrest im Cylinder selbst ergreift. Da der Raum zwischen dem inneren und äußeren Cylinder sich mit der Zeit voll Ruß setzt, so ist der innere Cylinder um seine verticale Axe beweglich und mit einer Schneide versehen, die den Ruß von dem äußeren Cylinder abstreift. Es ist bei diesen Ofen sehr wesentlich, daß der Zwischenraum zwischen dem inneren Cylinder und dem Roste im richtigen Verhältnisse zu der Größe des Kohlenkleins steht, damit nicht zu viel und auch nicht zu wenig Kohlen auf einmal aus dem Cylinder

an die Feuerstelle herabrutschen; dann muß auch der Deckel auf dem inneren Cylinder sehr genau passen, damit ein Geruch von den erhitzten Kohlen nicht in das Zimmer dringe, weßhalb noch ein zweiter Deckel von Blech, der über den ganzen Ofen faßt, von Nutzen ist. Diese Öfen sind ökonomisch und sehr bequem darin, daß nur Einmal in 24 Stunden nöthig ist einzufeuern. Will man des Nachts nur wenig Wärme im Zimmer haben, oder auch bei Tag die Wärme vermindern, so wird der Aschenkasten, in dessen Vorderwand eine Oeffnung mit einem Schieber zum Einlaß des Luftzuges ist, ganz oder theilweise geschlossen, und es ist deßhalb sehr wesentlich, daß dieser Aschenkasten an das Ofengehäuse sehr luftdicht anschließe.

So wie sich die Ofeneinrichtungen sehr verändert haben, so sind auch die älteren Kocheinrichtungen von neuen gänzlich verdrängt.

Man hat kaum noch etwas anderes als Heerde mit geschlossenen Feuerungen, die offenen Feuerungen werden nur noch zu Bratfeuern benützt.

Die sogenannten Plattenheerde haben den Vortheil einer großen Bequemlichkeit für die Personen, welche die Küche besorgen, zur Ersparung von Brennmaterial dienen sie eben nicht; diese ist jedoch dadurch erleichtert, daß man in der Kochplatte des Heerdes bewegliche Scheiben angebracht hat, welche herausgenommen und in den Oeffnungen die Töpfe versenkt werden können. Heerde, in denen dergleichen Versenkungen für den ganzen Raum der Platte stattfinden, haben dabei oft auch Circulationen, die man durch Schieber verändern und dadurch den Heerd ganz oder theilweis benutzen kann.

Die der Einwirkung der Hitze am meisten ausgesetzten Theile der Öfen und Kocheinrichtungen sind gewöhnlich von Gußeisen, diejenigen aber, welche leicht beweglich und zu einer möglichst direkten Mittheilung der Hitze dienlich sein sollen, von Eisenblech.

Bei jenen Füllofen ist nur der obere Theil des inneren Cylinders, der innere Theil des Aschenkastens und der obere Deckel über den ganzen Ofen von Eisenblech. Bei den Kocheinrichtungen ist nur der Aschenkasten von Eisenblech, wiewohl es gut wäre, daß in allen Aschenkasten der Boden, der bald durchbrennt, von Gußeisen wäre. Bei den bekannten Bratöfen ist am besten der Boden von Gußeisen, alles übrige von Eisenblech. Ofenthüren macht man auch am besten von starkem Gußeisen, da sie sich nicht so leicht werfen und schief ziehen wie blecherne.

Die Abzugsröhren der Feuerungen macht man gewöhnlich von Eisenblech, was aber auch nicht haltbar ist; gußeiserne Röhren sind daher vorzuziehen, die einzelnen Stücke derselben müssen so in einander passen, daß sie bequem aus einander genommen werden können. Wenn man genöthigt ist, ein eisernes Abzugsrohr durch einen kalten Raum zu führen, so schlägt sich der Rauch in demselben zur Flüssigkeit nieder, die durch die Fugen des Rohres dringt und Unbequemlichkeiten veranlaßt, man thut daher wohl, solche Rohre möglichst steil ansteigen zu lassen und das obere Rohrstück immer in das untere zu stecken, wodurch es gewöhnlich gelingt, die abgesonderte Feuchtigkeit in das Feuer zurück zu leiten.

Die Feuerroste müssen so eingerichtet sein, daß ihre Zwischenräume nach oben eng, nach unten weit sind, und auf diese Weise keine größeren Kohlen durchfallen und auch die Zwischenräume sich nicht leicht verstopfen.

Fünfzehnter Abschnitt.

Blechschmiede- und Kupferschmiedearbeiten.

Einundneunzigstes Kapitel.

Dachbedeckungen von Kupfer, Eisenblech, Blei, Zink und galvanisirtem Bleche.

Keine Metallbedeckung, welche darauf eingerichtet ist, durch Zusammenniethung und Zusammenlöthung einen wasserdichten Ueberzug zu bilden, wird auf die Länge der Zeit dauerhaft und wasserdicht bleiben. Unzählige Erfahrungen, die ich an alten und neuen Metallbedeckungen gemacht habe, gewährten mir diese Ueberzeugung, und wer mit Aufmerksamkeit dergleichen Bedeckungen in nassen Wintern, besonders im Frühjahre bei eingetretenem Thauwetter untersucht, der wird sich bald von der Richtigkeit meiner Behauptung überzeugen.

Die Ursache ist schon oben erwähnt, daß nämlich die Temperaturveränderung eine sehr wesentliche Veränderung in der Ausdehnung der Metalle hervorbringt, daß sie sich demnach bei kalter Temperatur beträchtlich zusammenziehen und in den gelötheten Stellen reißen und platzen.

Es gibt daher nur eine Methode, Metallbedeckungen dauerhaft einzurichten, die darin besteht, daß man die einzelnen Metalltafeln auf eine Weise zusammenfügt, die denselben gestattet, daß sie sich zusammenziehen und ausdehnen, ohne schadhaft und völlig undicht zu werden.

Dieses geschieht durch Uebereinanderfalzen der einzelnen Tafeln und Befestigung derselben an der Unterlage mit Haften, wie es in der T. IV. F. 159 dargestellt ist. Dazu gehört aber, daß die Fläche, welche bedeckt wird, einen nicht unbedeutenden Fall habe, denn sonst drängt sich die Feuchtigkeit durch die Falzen.

Ich habe vor fünfzehn Jahren ein großes Schuppendach mit Eisenblech decken lassen, welches 2701 Quadratfuß maaß. Es waren dazu nöthig 3123 Pfund (kölnisch) Eisenblech in 290 Tafeln. Das Blech wurde auf beiden Seiten mit Steinkohlentheer angestrichen. Der Fall des Daches beträgt ein Dreizehntheil der Breite, macht also, da es ein Pultdach ist, einen Fallwinkel von noch

nicht 5 Grad mit dem Horizont. Es hat sich recht gut gehalten. Wenn der obere Theeranstrich verwittert ist, so wird er erneuert, welches alle fünf bis sechs Jahr nöthig sein dürfte.

Zweiundneunzigstes Kapitel.

Dachcandeln und Traufrohre.

Eine der unvollkommensten Constructionen der Bauart der heutigen Zeit sind die Dachcandeln.

Kostspielig in der Anlage, häßlich im Anblick und undauerhaft in der Erhaltung, kann man sich überhaupt fragen, ob der Nutzen, den sie haben, im Verhältniß zu den Vortheilen steht, die sie gewähren sollen.

Ihr Zweck ist, hauptsächlich zu verhindern, daß das von den Dächern herabfließende Regenwasser nicht in den Erdboden unmittelbar vor den Sockelmauern und Fundamenten der Gebäude eindringe, und die hinter ihnen befindlichen Keller und Räume feucht mache, dabei will man auch in Straßen und an öffentlichen Orten den Tropfenfall der Dächer von den Vorübergehenden abwenden und endlich auch das Regenwasser einsammlen. Nicht selten soll auch die Dachcandel ein tiefer liegendes Dach gegen den Tropfenfall eines höheren Daches sichern und in einem solchen Fall sind Dachcandeln an dem höheren Dache am schwersten zu entbehren.

Ich halte es am vortheilhaftesten, den in Straßen dicht an einander liegenden Gebäuden niemals Dachfall nach der Straßenseite zu geben, sie vielmehr mit Pultdächern zu versehen, die nach der Hofseite ihren Abfall haben, wenn man nur dabei den Fußboden an den Stellen, wo ihn der Tropfenfall des Daches trifft, mit flachen steinernen Rinnen, die wasserdicht im Cäment liegen, versieht, so kann man ohne Dachcandeln die Grundmauern vor Feuchtigkeit sichern und auch das Regenwasser auffangen und solches ableiten.

In der That kann es nicht sehr zweckmäßig erscheinen, einem Gebäude ein kostbares Gesims zu geben und nun vor demselben her eine schiefe unregelmäßig geformte und schlecht befestigte Dachcandel zu führen, die das Gesims verbirgt und gleichsam verhöhnt, die außerdem durch einen heftigen Frost, oder durch Rost schnell so schadhaft werden kann, daß bei eintretendem Thauwetter oder Regengüssen das Wasser nicht von dem Gebäude ab-, sondern gerade an dasselbe geleitet wird und daselbst in wenigen Stunden Unheil anrichtet.

Das haben schon viele Architekten gefühlt und zu verbessern gesucht, aber dabei selten ihren Zweck erreicht.

Das übelste Auskunftsmittel ist, an dem Dachborde eine Brüstung anzubringen, hinter dem man die Candeln versteckt. Abgesehen davon, daß dieses eigentlich lächerlich aussieht und dadurch das Dachgesims eine Albernheit wird, ist es auch dem Gebäude verderblich, denn zwischen Dach und Brüstung häuft sich nun im Winter Schnee und Eis in Masse an, wird diese Anhäufung nicht unaufhörlich fortgeschafft, so überschwemmt eintretendes Thau- und Regenwetter das Innere des Gebäudes, daß Balken und Sparren verfaulen, die Deckenausfüllungen einstürzen und die Zimmer überhaupt verderben.

Ich habe es erlebt, daß in einem großen Gebäude, wo eine solche Einrichtung stattfand und eigends dazu salarirte Personen den Schnee unaufhörlich ausräumen mußten, in Einer Nacht ein heftiger Schneefall die Candeln überfüllte und schon vor Tagesbruch in derselben Nacht so starkes Thauwetter und Regenwetter eintrat, daß das Wasser am Morgen überall durchgelaufen war und einen Schaden, der mehrere hundert Thaler betrug, angerichtet hatte.

Ebenso schädlich sind Rinnen in den Gesimsen von dornischer Masse, Asphalt und dergleichen; sie bleiben nur kurze Zeit wasserdicht und oft entdeckt man erst ihre Mängel, wenn solche schon großen Schaden gestiftet haben.

Man ist auf den Gedanken gekommen, die Dachcandeln selbst als Gesimstheile zu benutzen und somit den Uebelstand zu beseitigen. Ich habe nach dieser Idee an einem Hause die Dachcandeln vor vierzehn Jahren machen lassen. Sie bestehen aus starkem verzinnten Kreuzbleche, sind auswendig mit Oelfarbe und inwendig mit Steinkohlentheer angestrichen, an der flachsten Stelle sind sie $3\frac{1}{2}$ Zoll an der tiefsten $6\frac{1}{2}$ Zoll tief, so daß sie auf ungefähr 100 Fuß Länge 3 Zoll Vertiefung haben, diese Vertiefung verbirgt sich in dem Gesimse, so daß das Gesims auswendig vollkommen regelmäßig erscheint, da der sichtbare Theil desselben die obere Rinnleiste des Gesimses bildet, dabei ist die Candel oben 8 Zoll weit, über welchen Raum das Schieferdach $2\frac{1}{2}$ Zoll übergreift. Die Arbeit wurde von einem geschickten und erfahrenen Blechschmiedmeister und eben solchen Schreiner ausgeführt und von mir auf das Sorgfältigste controllirt, und ist jetzt, nach zehn Jahren, noch recht gut. Dieses vorzügliche Gelingen veranlaßte mich vor einigen Jahren an anderen Schieferdächern eine ähnliche Candeleinrichtung machen zu lassen; da aber hier die Gesimse von Stein waren, so ließ sich ohne große und kostbare Weitläufigkeit eine zunehmende innere Vertiefung der Candeln nicht anbringen, auch würde eine große Ausladung derselben einen Mißstand gemacht haben. Da nun die Dächer nur Flächen von Pultdächern von 20 Fuß schräger Höhe bildeten, so schienen mir Candeln von nur sechs Zoll oberer Breite und drei Zoll Tiefe genügend groß, waren solches auch anfänglich unter gewöhnlichen Verhältnissen, allein wenn beim Thauwetter der Schnee zu rutschen anfing, so füllte er die Candeln aus, hemmte den Ablauf und das Wasser floß, zum großen Nachtheil der Tünche, am Gebäude herab, besonders geschah dieses wohl auch deßhalb, weil nicht nur die Schiefer noch einige Zoll über den inneren Raum der Candel reichten, solche also noch verengten, sondern auch der äußere Rand der Candel nur drei Zoll hoch war.

Außerdem war die Arbeit an diesen letzteren Candeln mit weniger Sorgfalt ausgeführt, so daß sich, z. B. ergab, daß der Blechschmied die Candelstücke, da wo sie aus größeren Stücken am Dache zusammengelöthet wurden, nur auf einer Seite statt auf beiden gelöthet hatte, was zur Folge hatte, daß sie an diesen Stellen bei heftigem Froste auseinanderfroren und nun gar das Haus mit Regenwasser übergossen.

Ich kann daher die ersterwähnte bessere Construction empfehlen, muß aber zugleich darauf aufmerksam machen, sich vor den Nachtheilen der zweiten zu hüten. In T. IV. F. 134 ist eine blecherne Dachcandel, die in ein hölzernes Gesims versenkt ist, abgebildet, wenn eine solche Candel hinreichend tief ist, d. h. wenigstens 6 bis 8 Zoll, so braucht sie keinen Fall zu haben.

Traufrohre, d. h. die von den Dachcandeln das Wasser am Hause herunterführenden Röhren, hat man neuerdings gern von Zinkblech machen wollen, weil es nicht roste, wie Eisenblech, allein es oxidirt doch auch sehr bald und ist dem Auffrieren mehr ausgesetzt, als Eisenblech, so daß ich Traufrohre von

starkem wohlverzinnten Eisenbleche, die inwendig und auswendig gut angestrichen wären, solchen von Zinkblech immer vorziehen würde.

Die Ausbesserungen der Metallarbeiten bieten wenig besondere Eigenthümlichkeiten und ergeben sich bei gewaltsamer Zerstörung in Herstellung des vorigen Zustandes, sowie bei Mängeln, die aus Unvollkommenheit in der ersten Anlage entstanden sind, in Verbesserung derselben nach den gegebenen Regeln.

Sechszehnter Abschnitt.

Cäment-, Stuccatur- und Kittarbeiten.

Dreiundneunzigstes Kapitel.

Eigenschaften von Cäment, Stuck und Kitt im Allgemeinen.

Die Absicht aller Cämente ist eigentlich, eine künstliche Bildung des Bausteines auf nassem Wege hervorzubringen.

Die Erfindung derselben ist nicht neu, sondern sehr alt. Wir finden noch jetzt Cämentarbeiten an alten römischen Gebäuden von einer Vollkommenheit, die unsere Zeit, welche mit chemischen und physikalischen Theorien so viel und vollkommen ausgerüstet ist, wie die damalige, wahrhaft beschämt.

Das Fries des Tempels des Kaisers Marcus Aurelius Antoninus, der unter dessen Nachfolger Commodus erbaut sein soll, dessen schöne Ueberreste zu Rom auf einem kleinen Platze, nicht weit von dem Pantheon, stehen und welches (nach Durand) ungefähr 27 Meter lang, sowie einen Meter hoch ist, hat oft Architekten und Alterthumsforscher in Erstaunen gesetzt, weil es auf diese beträchtliche Länge aus einem einzigen Stein zu sein schien, so daß es ganz unbegreiflich war, wie ein so großer Stein gebrochen, transportirt und in großer Höhe versetzt werden konnte. Allein man hat entdeckt, daß dieses Fries aus mehreren Stücken bestehe, die mit einem so trefflichen Cäment überzogen sind, daß derselbe nach fast zweitausend jährigem Bestehen noch keine Spur von Verwitterung zeigt.

Ein kleiner jonischer Tempel in Rom, nahe an der Tiber, in dem sich jetzt die Kirche von Santa Maria Egiziaca befindet, welcher der Fortuna Virilis erbauet gewesen sein soll, ist aus tiburtinischem Steine (Kalksinter) aufgeführt und mit äußerst hartem Cäment überzogen, welcher den Zweck hatte, dem porösen Steine ein feineres Ansehen zu geben und ihn gegen Verwitterung zu schützen.

Eben dieses ist bei einem ähnlichen jonischen Tempel in Tivoli, der nicht weit vom bekannten Vesta-Tempel in Tivoli steht und gewöhnlich der Sybilla Tiburtina zugeschrieben wird, geschehen; die Säulen desselben sind selbst in ihren Canelirungen mit einem feinen Cäment überzogen, der den Stein gegen Verwitterung gesichert hat und noch jetzt hart und fest ist, wiewohl beide Tempel schon zur Zeit des Kaisers Augustus erbauet sein möchten.

Man nimmt gern an, daß sich solche Cämente in südlichen Ländern besser halten, als im Norden, weil große Kälte einen schädlichen Einfluß auf dieselben habe, wenn nun schon der Temperaturwechsel, d. h. der Unterschied zwischen dem niedrigsten und höchsten Thermometerstande im Süden, wenigstens ebenso groß ist, wie im Norden, so ist es hierbei doch nicht so sehr der Temperaturwechsel, als vielmehr die durch große Kälte geschehende Zerstörung der glutinösen Eigenschaften des Cämentes; wer sich hiervon überzeugen will, mag sehr glutinöse Stoffe, z. B. gekochtes Stärkemehl, einem heftigen Froste aussetzen und er wird finden, daß er einen anderen Körper erhalten habe, der seinen klebenden Zusammenhang ganz verloren hat. (Ich will damit nicht sagen, daß im Cäment und im Stärkemehl derselbe Stoff die Bindung bewirke, aber daß man, wenn man die Eigenschaften chemisch verschiedener Stoffe physikalisch untersucht, dabei ähnliche Kategorien für dieselben auffinden wird.)

Außerdem möchte auch die Dauerhaftigkeit dieser antiken Cämente darauf beruhen, daß sie auf einer homogenen Substanz, nemlich einem kalkartigen Steine, angebracht sind.

Auf Backsteine oder gar auf Holz würden diese Cämentarbeiten gewiß nicht so lange gedauert haben.

Als Bestandtheil dieser älteren Cämente möchte Kalk, Sand und Marmorstaub wesentlich benutzt worden sein; ich habe den Versuch gemacht, statt dessen Alabasterstaub, den ich leichter haben konnte, zu verwenden, und eine sehr harte Tünche, welche, abgelöst, wie Glas klang, erhalten. Die Hauptsache dürften aber immer die Bestandtheile des Kalkes selbst und dessen gute Bereitung sein. Hinsichtlich der ersteren kommt es darauf an, daß der Kalkstein die richtige Quantität von Thon enthalte, welche mit dem Kalk gebrannt und mit demselben innig vereinigt ist, wodurch sich eigentlich der Cäment vom gewöhnlichen Kalke unterscheidet und seine größere Festigkeit gewinnt. Die Bereitung betrifft ein gutes vollständiges Brennen des Kalkes, welches auch ökonomisch wichtig ist, weil sonst der Abgang im Löschen zu groß ist.

Da nun nicht jeder Kalkstein die richtige Beimischung von Thon hat, so ist man auf die Idee gekommen, solche künstlich beizufügen, so doch, daß nach der Mischung das Material gebrannt wird; hieraus ist der Vicatische Mörtel entstanden.

Endlich hat man auch den gebrannten Thon als Backsteinmehl unter Kalk und Sand bei der Bereitung des Mörtels gemischt, welches ich jedoch nach meinen Erfahrungen für ein unvollkommnes Material halte, das wenigstens in freier Luft und in den Sonnenstrahlen nicht lange dauert.

Früher als Vicat hat Loriot einen cämentartigen Mörtel dadurch zu erlangen gesucht, daß er unter den aus gewöhnlichem Kalk und Sand gemischten

Mörtel unmittelbar beim Verbrauche pulverisirten ungelöschten Kalk hinzufügen ließ.

Ich habe denselben Zweck zu erreichen gesucht, indem ich sogenannten Mehlkalk, das ist gebrannter Kalk, der durch eine nur geringe Benetzung zu Pulver zerfallen ist, unmittelbar in der Arbeit beimischen ließ, welches einen schnellbindenden festen Mörtel gab.

Alle Cämentarten sollen die Eigenschaft haben, daß sie unter Wasser binden und unter Wasser dauerhaft fest bleiben Dieses thun auch die meisten, aber nur so lange, als sie nicht heftigem Frost ausgesetzt sind, der ihnen immer schädlich, besonders aber dann ganz verderblich ist, wenn sie noch nicht vollkommen ausgetrocknet sind, welches in wenigen Wochen nicht stattfindet.

Auf die Art der Zubereitung der Cämente beim Verbrauche legt man oft mehr Gewicht, als nöthig; allerdings darf der Cäment nicht mit Wasser übersättigt sein, sonst wird er mürbe und leicht zerstörlich, gibt man ihm wenig Wasser, so muß man ihn stark durcharbeiten lassen, um ihn flüssig zu machen, er bindet dann schnell, wird sehr bald fest, aber auch leicht spröde. Bei dieser Zubereitung und Verwendung ist eine milde Temperatur etwas sehr Wesentliches: ist solche unter dem Gefrierpunkt, so verdirbt der Cäment sicherlich, und sehr heißes Wetter ist auch, besonders bei unmittelbarer Einwirkung der Sonnenstrahlen, schädlich, die Oberfläche des Ueberzuges wird dann sehr schnell hart, und wenn die tieferen Lagen eintrocknen, muß die Oberfläche reißen, eine fortdauernde Anfeuchtung der letzteren ist aber sehr beschwerlich und kaum ausführbar.

Der zur Mischung mit dem Cäment erforderliche Sand muß ganz aus Quarzkörnern, ohne Beimischung fremder Theile, bestehen und weder so fein wie Staub noch auch gar zu grobkörnig sein, was er z. B. wäre, wenn er gröberes Korn als gewöhnliches Jagdschießpulver hätte.

Es ist wunderlich, wenn man in vielen Lehrbüchern der Baukunst liest, Flußsand sei besser als Grubensand zur Mörtelbereitung, da doch aller Grubensand ursprünglich Flußsand, wenigstens Wassersand war; es gibt sehr guten und sehr schlechten Grubensand und eben solchen Flußsand, ich möchte aber fast den Grubensand im Allgemeinen für besser deßhalb erklären, weil man dabei gewöhnlich die Wahl zwischen verschiedenen, höheren oder tieferen, Lagen hat, so daß man feineren oder gröberen Sand nach Bedürfniß auswählen kann.

Thonige Theile, vegetabilische Erde, besonders aber verkohlte Beimischungen, sind der Bindkraft des Mörtels sehr nachtheilig.

In der Gegend von Cassel ist auf mehrere Stunden in der Runde die Verwendung der Braunkohle als Brennmaterial allgemein geworden, die Asche derselben gelangt meistens unmittelbarer oder mittelbarer Weise in Bäche und Flüsse und so kann man aus denselben kaum Sand gewinnen, der nicht eine Menge kleiner Braunkohlenstücke enthielte, die in der Asche unverbrannt zurückbleiben. Wo nun ein solches Kohlenstückchen, das meistentheils kaum so groß ist, wie eine Linse, zwischen den Mörtel geräth, da vernichtet es die Bindkraft des Mörtels fast auf einen Zoll im Umkreise, in dem sich derselbe so weit abschält.

Der Kalk unterscheidet sich vom Cäment nur dadurch, daß er keine gebrannte Thontheile oder daß er nur sehr wenige derselben enthält; es gibt aber eine große Abstufung zwischen solchem ganz reinem Kalke und demjenigen, der mit Thon vermischt ist, und selbst Kalksteine, die in Einem Flötze wenig von einander entfernt brechen, sind manchmal sehr verschieden; man muß sie deßhalb versuchen und nach den Erfahrungen der Gegend gehen.

Der reine Kalk bindet bei weitem nicht so schnell, wie der Cäment. Man weiß aus Erfahrung, daß sich Mauerwerk, welches mit Kalkmörtel aufgeführt ist, wohl Ein Jahr lang und länger noch etwas setzt, so daß also so lange der Mörtel noch nicht als fest betrachtet werden kann.

Alle Eigenschaften, die der Sand, der zum Cäment verwendet wird, haben muß, bedarf auch der Sand zum Kalkmörtel.

Lehm ist eigentlich nichts anderes, als sandiger Thon, mit einer Beimischung von etwas Eisenoxid. Derselbe vermindert durch Beimischung noch die Geschwindigkeit mit welcher Kalk bindet und macht den Mörtel ganz undauerhaft an feuchten Stellen; aber eine aus Lehm und etwas Kalk oder Gyps gemischte Tünchemasse ist im Innern der Gebäude, namentlich an Mauern und Wänden, die mit Papiertapeten bezogen werden sollen, sehr nützlich, da der Kalk allein vielen Farben, besonders den vegetabilischen, gefährlich ist, so daß Papiertapeten, die auf solche Kalktünche geklebt werden, leicht fleckig werden.

Der Gyps ist das Hauptmaterial für innere Tünche, besonders für Deckentünche; natürlicher Kalkstein ist kohlensaurer Kalk, Gypsstein schwefelsaurer Kalk, also sind beide sehr verwandte Materialien, denen nur verschiedenartige Beimischungen verschiedene Eigenschaften geben. Diese finden denn auch beim Gypse statt; alle Sorten Gyps, die mir bekannt sind, binden sehr schnell, erwärmen sich lebhaft im Augenblick des Bindens und dehnen sich aus, während der Kalk sich beim Löschen erwärmt und quillt, beim Festwerden aber zusammenzieht.

Die Gypssorten von Paris und die von Jena sollen sich im Wetter gut halten; der in der Gegend von Cassel gebräuchliche, welcher zwischen Morschen und Rothenburg unweit der Fulda bricht, ist aber im Wetter nicht sehr dauerhaft, wird vielmehr durch Feuchtigkeit und Frost leicht beschädigt, indessen möchten auch unter demselben verschiedene Sorten zu unterscheiden sein.

Man hat auf alle diese Materialien zu wenig Sorgfalt in der Untersuchung ihrer verschiedenen Beschaffenheiten angewendet, indem man dachte, Gyps ist Gyps, Kalk ist Kalk, aber die Fortschritte der Chemie werden hierbei auch neue Resultate und Entdeckungen liefern.

Wenn übrigens der Kalk beim Löschen quillt und beim Binden zusammenfällt, während der Gyps beim Löschen zusammenfällt und beim Binden quillt, so muß das von dem Volumen, welches das eine oder das andere Material vor und nach der Verwendung einnimmt, keine irrige Ansicht geben. Huth *) fand bei dem von ihm untersuchten Kalke und Gypse, daß ein gehäufter Berliner Scheffel recht gut gebrannter Bitterkalk drei Cubikfuß (rheinländische) gelöschten Kalk gebe, während ein Berliner Scheffel Gyps nur $1\frac{1}{3}$ Cubikfuß gab; diese Volumenveränderungen sind jedoch höchst verschieden, selbst bei Kalk und Gyps von derselben Sorte, nachdem solche mehr oder weniger stark gebrannt sind und mehr oder weniger Wasser zugesetzt wird.

Es gibt mancherlei Compositionen zu besonders dauerhaft sein sollendem Mörtel und Kitt, Verbindungen, die man besonders dazu benutzt, um Fugen zu dichten, die aber alle diesen Endzweck nur kurze Zeit, nemlich so lange erfüllen, bis sich durch Temperaturwechsel die Körper, welche gedichtet werden sollen, ausgedehnt und zusammengezogen und deßhalb vom Kitt abgelöst haben.

Man unterscheidet Feuerkitte, die aus harzigen Substanzen bestehen und zusammen geschmolzen werden, Oelkitte, wie z. B. der Fensterkitt, der aus Kreide

---

*) Ein älterer ausgezeichneter architektonischer Praktiker in seinem Handbuche für Bauanschläge. Halle, 1795.

und Leinölfirniß gemischt wird, oder ein im Wasser brauchbarer, nur sehr langsam erhärtender Kitt, der aus Talg und Kreide zusammengesetzt wird, endlich solche Kitte, die auf nassem Wege bereitet werden und deren Hauptbestandtheile gewöhnlich Kalk oder Cäment sind.

Vierundneunzigstes Kapitel.

Dachdeckerarbeiten.

Die Ziegeldeckerprofession ist ein sehr einfaches, wenig mechanische Geschicklichkeit erforderndes Handwerk; die größere Fertigkeit muß der Schieferdecker besitzen.

Man unterscheidet beim Schieferdach die deutsche Bedeckungsweise, welche in T. IV. F. 160 dargestellt ist, die französische in T. IV. F. 161 und endlich die englische in T. IV. F. 162, welche neuerdings besonders in Schwung gekommen ist.

Man hält es gegenwärtig für besser, die Schiefern auf starke Latten, wie auf Bretter zu nageln, was jedoch nur auf die englische Bedeckung, wobei alle Schiefern gleiche Größe haben, anwendbar ist; bei der deutschen und französischen Art ist es unthunlich, da man dabei Schiefern von allen Größen verwendet, und ich habe auch eine Verwendung von Brettern für zweckmäßig gefunden, wenn man nicht etwa ganz frisches, noch nasses Holz dazu wählte, in welchem Falle ich freilich einmal gesehen habe, daß ein Schieferdach, dessen Verschaalung aus frischen Rothbuchendielen bestand, ganz undicht geworden war, weil sich die Dielen völlig krumm gezogen hatten. Gewöhnlich nimmt man hier Dielen von Fichtenholz, die $^5/_8$ bis $^6/_8$ Zoll dick und $^3/_4$ Fuß breit sind, die man mit den sogenannten Dielennägeln nagelt. Zum Aufnageln der Schiefersteine nimmt man sogenannte einfache und doppelte Schiefernägel, letztere an Firsten, Sturzen und Wimpern. Unter Firsten versteht man die oberen horizontalen Kanten, zwei an einander stoßender Dachflächen, unter Sturzen dergleichen abhängige Kanten und unter Wimpern oder Windborden die unteren horizontalen Kanten der Dachflächen sowohl, als auch schräge Kanten einseitiger Flächen. Vor Kopf wird der Theil des Daches genannt, wo Dachflächen in horizontaler Linie an andere verticale Gebäudetheile anstoßen, während sie, wenn sie abhängig sind, Backen heißen.

Kehrungen des Daches, die einspringende Winkel bilden, werden mit Dachcandeln verwahrt.

Am künstlichsten ist die Eindeckung von Cuppeln mit Schiefern, die aber keine Schwierigkeit hat, wenn man die zugehauenen oder nach dem Kunstausdrucke verquadrirten Schiefersteine so sortirt, daß sie nach der Scheitel der Cuppel hin verhältnißmäßig immer kleiner werden.

Die Ziegeldeckerei beschränkt sich in Deutschland hauptsächlich auf das Schildziegeldach (T. IV. F. 163), welches 6 Zoll weit von Mitte zu Mitte gelattet und mit sogenannten Schildziegeln (auch Bieberschwänze genannt), welche gewöhnlich 16 Zoll lang, $8^1/_2$ Zoll breit und $^5/_4$ Zoll dick sind; man nennt diese Eindeckung eine doppelte Eindeckung, indem jede Stelle des Daches in der That doppelt mit Ziegeln gedeckt ist.

Es ist dieses die dauerhafteste und dichteste der in Deutschland üblichen Ziegeldeckung. Man macht auch wohl bei leichten, nur auf kurze Zeit zu benutzenden Bauten, sogenannte einfache Schildziegeldächer, bei denen die Latten 10 Zoll weit genagelt werden.

Hiernach kommt das Brettziegeldach (T. IV. F. 164), welches 10 Zoll weit gelattet wird, wobei die Ziegeln 15 Zoll lang und mit Inbegriff des Schlusses 10 bis $10\frac{1}{2}$ Zoll breit sein müssen.

Das Hohlziegeldach (T. IV. F. 165) wird, wenn die Ziegeln 18 Zoll lang und $6\frac{1}{2}$ bis $6\frac{3}{4}$ Zoll breit sind, 12 Zoll weit gelattet.

Bei den Ziegeldächern werden gewöhnlich die Firsten und Sturze mit sogenannten Firstziegeln und die Wimpern mit Wimperziegeln bedeckt, die in einem mit Kälberhaaren gemischten Kalkmörtel aufgedrückt, auch festgenagelt werden; es ist dieses aber nur ein Behelf, der gegen den von mir schon oben ausgesprochenen Hauptgrundsatz jeder guten Dachbedeckung, daß nemlich ein jeder Theil derselben die Veränderung seiner Ausdehnung durch den Temperaturwechsel müsse vornehmen können, ohne undicht zu werden. Es löset sich daher gar bald der Kalk von den Ziegeln ab und veranlaßt alsdann unaufhörliche Reparationen. Deßhalb ist es besser, die Firsten, Wimpern und Sturze bei den Ziegeldächern mit Schiefern einzudecken. Die Kehlen der Ziegeldächer legt man wohl mit sogenannten Candelziegeln aus, die aber sehr leicht schadhaft werden und dann viel Unheil veranlassen; es ist besser, diese Kehlen mit Metalltafeln, z. B. verzinntem Eisenbleche, oder Blei oder Kupfer auszulegen.

Man pflegt wohl Ziegeldächer inwendig in den Fugen mit Kalkmörtel zu verstreichen, um dadurch zu verhindern, daß der Wind nicht den Schnee durch die Fugen treibe; allein das Uebel, was dadurch verhindert wird, ist gering, und dagegen der Nachtheil, daß ein solches Dach, besonders wenn es über Ställen und anderen warmen Räumen liegt, im Winter bei kaltem Wetter an seiner unteren Fläche stark anlauft oder schwitzt, so daß Fourage, die unter dasselbe dicht eingepanset ist, verdirbt. Auch ist eine solche innere Verstreichung nicht lange dauerhaft, weil sie sich ebenso, wie an Firsten und Wimpern, bald von den Ziegeln ablöst.

In einigen Gegenden Deutschlands, wo Sandsteine in schieferigen Lagen brechen, wie z. B. bei Carlshaven und in anderen Gegenden der obern Weser, deckt man die Gebäude auf starken Latten mit solchen viereckig behauenen Steinplatten. Das System dieser Bedeckung ist dasselbe, wie bei der englischen Schieferbedeckung, nur daß die Tafeln größer sind. Es gibt dieses eine zwar schwerere, aber sehr dauerhafte Bedeckung, die auch ziemlich flach angewendet werden kann, immer vorausgesetzt, daß die Steinplatten von der Art sind, die den Einwirkungen der Witterung widersteht.

Strohdächer soll man wegen ihrer Feuergefährlichkeit nie machen lassen, nicht einmal zum Behelf, denn leichte Ziegeldächer kosten wenig mehr und sind beim Abbruch provisorischer Gebäude wieder brauchbar.

Eben dieses gilt von den Holzschindelbedachungen; wenn Holzschindel einigermaßen dauerhaft sein sollen, so müssen sie in Oel gesotten werden und dann brennen sie wie Schwefelhölzer.

Fünfundneunzigstes Kapitel.

Wickler-, Tüncher- und Anstreicherarbeiten.

Diese Arbeiten werden häufig von den Maurern verfertigt und zu deren Profession gerechnet, in andern Gegenden aber bilden sie eine besondere Profession unter dem Namen Weißbinder oder auch Tüncher.

Ihre Geschicklichkeit beruhet in der guten Bereitung und vollkommnen Verwendung der Cämente, Tünchemassen, Mörtel und Kittarten, sowie der Farben.

Die Wicklerarbeiten, in anderen Gegenden auch Kleiber- oder Lehmentiererarbeiten genannt, sind gewöhnlich nur zweierlei, entweder Ausstaakung von Gefachen in den Wänden oder in den Balkenfeldern. Die Technik der ersteren besteht darin, daß die Stahlen in die Nuthen des Fachwerks getrieben und dann mit Spröckelstöcken ausgeflochten und mit Strohlehm übertragen werden; die Ausfüllung der Balkenfelder geschieht aber gewöhnlich, indem man dieselben ausstahlet und mit Strohlehm beschlägt oder indem man die Stahlen mit Strohlehm umwickelt und so die Balkenfelder gänzlich ausfüllt und von oben und unten mit Strohlehm bekleibt.

Bei allen Tüncherarbeiten ist es Hauptsache, solche ganz fest, vollkommen eben und ohne Risse und Blasen zu verfertigen; dieses geschieht am besten, wenn man in mehreren Auftragungen die Tünchungen bewirkt; die unteren Lagen können aus gröberem Material verfertigt werden, die oberen werden aus feinerem Sand und gesiebtem Kalk oder anderen Tünchestoffen gemacht und immer weniger dick aufgetragen. Die untere Lage muß, wie man es nennt, angezogen haben, d. h. sie muß fest, aber eben noch etwas feucht sein, wenn die obere Lage aufgetragen wird, alle Lagen müssen fest eingerieben werden, um überflüssiges Wasser herauszubringen. Die unteren Lagen bleiben aber rauh, damit sich die oberen damit vereinigen und an denselben festhängen. Es ist unmöglich, gut und gleichförmig zu tünchen, wenn man nicht unaufhörlich die gemachten Auftragungen mit dem Richtscheite ausgleicht und prüft.

Wird eine Tünchung nicht auf Mauerwerk, sondern auf Fachwerk oder Lattenrosten aufgetragen, so muß das Holzwerk, wenn es im Freien, also der Witterung ausgesetzt ist, benagelt und mit einem Drahtgeflechte überzogen werden; wird die Tünchung dagegen im Innern der Gebäude vorgenommen, so genügt es, das Holzwerk mit sogenannten Schienstöcken, gespaltenen Zweigen zu benageln.

Künstlicher wie die gewöhnlichen Tüncherarbeiten ist die Bereitung der Fußbodenestriche, die freilich in Deutschland nicht so häufig sind, wie in Italien, weil sie wenigstens für Winterwohnzimmer zu kalt sind; indessen gibt es doch auch Gelegenheit, solche in Räumen, wo diese Kälte nicht schadet, zu verwenden.

Besonders schön werden diese Estriche in Venedig verfertigt, wo sie die Zierde der besten Zimmer sind. Sollen sie in einem unteren Stockwerke ohne Gebälke verfertigt werden, so läßt man, nachdem der Grund und Boden mit einer vierhändigen Rahme gehörig festgestoßen ist, darüber eine Lage Mauerwerk am besten aus Steinplatten oder Backsteinen mit verwechselten Fugen aufführen. Soll aber der Estrich auf einem Gebälke angebracht werden, so müssen die Balken von Eichenholz und stärker als gewöhnlich gemacht, auch nicht weiter

von einander gelegt werden, als sie breit sind, so daß so viel Holz, als Zwischenraum ist. Hierauf werden eichene Bohlen von ungefähr Einem Zoll Dicke gelegt und wohl aufgenagelt und diese mit einer Lage Stroh bedeckt.

Die erste Lage des eigentlichen Estrichs besteht nur aus einem Gemisch von Backsteinbrocken, Steinschrotten und einer gleichen Quantität gutem Kalke, also von jedem Material ein Drittheil. Man vergleicht dieses Material mit Hülfe eines eisernen Rechens, und nachdem man diese Masse einige Tage hat ruhen lassen, schlägt man sie stark mit einem eisernen Prügel, der unten rund und krumm gebogen ist, man führt die Schläge parallel neben einander in einer Richtung, läßt dann die Masse wieder einen Tag ruhen und schlägt sie dann in einer die vorige kreuzende Richtung und fährt mit dieser Arbeit in Zwischenräumen fort, bis die Schläge keine Spuren mehr hinterlassen.

Hierauf kommt die zweite Lage aus klein geschlagenen Ziegelstücken und ungefähr ebenso viel gelöschtem Kalke, welche Masse mit einer Kelle mit langem Griffe ausgebreitet wird. Auf diese Lage streut man kleine Stücke von verschiedenfarbigem Marmor, übergeht das Ganze mit einer steinernen Walze und schlägt nun diese Lage ebenso wie die erste. Nach zehn oder zwölf Tagen schleift man sie mit einem Sandsteine, an dem ein hölzerner Stiel angebracht ist, ab. Hierbei entstehen nun kleine Grübchen und Vertiefungen, die man mit einem feinen Cäment ausfüllt, dem man die Farbe gibt, die bei dem Fußboden vorherrschen soll, welches gewöhnlich dunkelroth wie Porphyr ist. Man glättet nun den Fußboden mit einer polirten Kelle und macht denselben endlich damit fertig, daß man ihn ein- oder zweimal mit sehr heißem Leinöl anstreicht.

Ein so vollendeter Estrich hat das Ansehen einer einzigen Porphyr- oder Granitplatte, allein es wäre doch irrig, anzunehmen, daß er auch eine gleiche Festigkeit habe. Dergleichen Fußboden leiden vielmehr durch Feuchtigkeit, die auf denselben vergossen wird, gar sehr und müssen immer geschont werden, dann sind sie aber auch sehr schön und glänzen, wie polirter Porphyr.

Man kann auch die Marmorstückchen musivisch nach gewissen Mustern einschlagen, wozu man sich hölzerner Hämmer und passender Cartons, durch welche man das Muster mit Kohlenstaub aufpauset, bedient und dann verfährt, wie früher, wobei man noch, um die Zeichnung schärfer hervortreten zu lassen, solche mit einem stählernen spitzen Griffel eingräbt und die eingegrabenen Contouren mit einer Mischung von Kienruß (oder besser, einem metallischen Schwarz) und Nußöl ausfüllt. Der Estrich wird im Ganzen vier bis fünf Zoll dick.

In Neapel macht man die Bedeckung der Platteformen der Häuser mit einem ähnlichen Estrich, den man Lastrico nennt und der dicker, aber weniger sorgfältig gemacht, auch gar nicht polirt wird, er ist aber in Neapel nicht wasserdicht und würde es in unserem Klima ebenso wenig sein; die venetianischen Estriche, die ich beschrieben habe, werden im Innern der Gebäude angewendet.

Beim Anstrich der Farben muß man sorgfältig diejenigen wählen, die auf dem Gegenstand, auf dem sie aufgetragen werden, und mit der Substanz, mit der sie gemischt werden, dauerhaft sind.

Fast alle Pflanzenfarben werden durch eine Vermischung mit Kalk und ebenso auch durch eine aus Kalkmörtel bestehende Unterlage zerstört; dagegen sind Farben, die aus Metallen bereitet sind, gewöhnlich dauerhaft auf Kalk, aber sie leiden mehr oder weniger, wenn sie mit Oel vermischt aufgetragen werden. Mennige z. B. wird mit Oel vermischt grau, während sie auf Kalk und mit Kalk gemischt gut steht; ebenso wird das sogenannte Casslergelb mit Oel gemischt dunkelgrau und Berlinerblau wird damit verwendet grünlich. Glasfritten, d. h. Farben, die durch Beimischungen in glasartigen Zustand gebracht

sind, können als die dauerhaftesten betrachtet werden. Auch sind fast alle Farben mit Leimwasser temperirt brauchbar, nur mit Ausnahme einiger Lackfarben, die so leicht an der Luft verblassen, daß sie in keiner Art brauchbar sind. Dahin gehören besonders die rothen Lackarten, die sogenannten Florentiner- und Wienerlacke.

Uebrigens verlieren auch die allerbesten Farben, wenn sie fortdauernd der Luft und der Witterung ausgesetzt sind, mit der Zeit ihre Frische und Lebhaftigkeit, welches der wesentlichste Einwurf ist, den man der äußeren polychromischen Verzierung machen kann, und der zu der Regel führt, daß man, wenn man einen lebhaften Farbeneffect in dem Aeußeren der Gebäude erhalten will, brillante Farben an Stellen anbringen muß, wo sie durch vorstehende Gesimse oder Vertiefungen geschützt sind.

Der Oelfarbenanstrich im Innern der Gebäude ist gewöhnlich weiß und es ist nicht ganz leicht, denselben in vollkommner Reinheit und Weiße zu Stand zu bringen. Weiße Kreide gibt im Oel keinen weißen, sondern einen schmutzig gelblichen Ton; ganz reines Bleiweiß, gereinigtes und gelblichtes Leinöl oder Mohnöl, etwas Firniß in die ersten Anstriche und vor allem der beständige Zutritt von Luft und Licht, so lange bis die Farbe völlig trocken ist, welches immer einige Wochen dauert, endlich, daß man auch nachher die Räume, in denen sich der frische Oelfarbenanstrich befindet, nicht so bald heizt, besonders nicht mit Braunkohlen, wo solche üblich sind: dieses alles gehört zu der Erlangung eines vollkommnen weißen Anstrichs. Man streicht Holzwerk mit Oelfarbe gewöhnlich dreimal an, zuerst grundirt man mit Leinöl und Leinölfirniß, denen etwas Kreide beigemischt wird, dann kommt der zweite Anstrich, bestehend aus Bleiweiß, etwas Firniß und Leinöl, und zuletzt ein dritter Anstrich von reinem Leinöl und dem feinsten und besten Bleiweiß. Nach dem Grundiren und vor dem zweiten Anstriche werden feine Ritze und Unebenheiten mit Kitt, bestehend aus Leinölfirniß und Kreide, ausgefüllt.

Beim Leimfarbenanstrich reicht gewöhnlich ein zweimaliger Anstrich, um eine Farbe gleichmäßig und kräftig aufzutragen; zuerst werden die Ritze und Vertiefungen mit einer Mischung von Kreide und Tischlerleim ausgefüllt und nachmals mit Bimsstein abgeschliffen, darauf wird mit der Farbe, die man gewählt hat und welche entweder denselben Ton oder doch keinen dunkleren hat, zum Erstenmal angestrichen, wieder abgeschliffen und dann der letzte Anstrich zart und fein aufgetragen. Die Farben werden mit Leimwasser, was durch Kochen des Leims in reinem Wasser bereitet wird, temperirt und muß die Mischung soviel Leim enthalten, daß sie, wenn sie erkaltet, zu einer leichten Gallerte gerinnt.

Eine besondere Geschicklichkeit der Anstreicher besteht im Marmoriren. Es gehört dazu eine besondere Uebung, aber auch der beste Marmorirer wird unvollkommne Arbeit liefern, wenn ihm nicht Muster von dem ächten Marmor, den er nachahmen soll, dabei zur Anleitung gegeben werden; mit dieser Hülfe bewirken geschickte Arbeiter die Nachahmung mit so großer Geschicklichkeit, daß die Bewunderung ihres Talentes fast ein größeres Vergnügen gewährt, als die Betrachtung von ächtem Marmor. Gewöhnlich wird im Marmoriren ein Fehler darin gemacht, daß man die Flecken auf den Grund aufträgt, während sie meistentheils aufgespart und daher ihre Farbe vor dem Anstrich der Grundfarbe aufgetragen werden muß.

Frescofarben werden mit Kalkwasser gemischt in die noch feuchte Tünche eingetrieben und hierauf noch einmal angestrichen.

Sechsundneunzigstes Kapitel.

Stuccaturarbeiten.

Der Stuccateur ist eigentlich nur eine höhere Potenz des Tünchers und Anstreichers, indem er die feineren und künstlicheren Tüncher- und Anstreicherarbeiten macht.

Dazu gehörte vorzüglich die Anfertigung von Gypsmarmor, von sogenannten Stuccolustro, von Gesimsen und Ausladungen aus Cäment, Gyps und Tünchemassen und das Formen und Ansetzen von Verzierungen aus dergleichen Stoffen.

Der Gypsmarmor wird verfertigt, indem man die Farben des Marmors den man nachahmen will, mit Gyps, Tischlerleim und Wasser anmischt und nun nach Art des Musters zusammensetzt, hieraus aber Tafeln schneidet, welche man mit Gyps an den Wänden oder Gegenständen sorgfältig und nach dem Charakter der Adern und Flecken ansetzt, dann mit kleinen scharfen Kellen gleichschneidet, und wenn die angesetzte Arbeit vollkommen trocken ist, auf ähnliche Weise, wie beim ächten Marmor beschrieben ist, abschleift und polirt. Es ist eine weitläuftige müheselige Arbeit, die deßhalb sehr kostspielig ist.

Weit weniger mühsam und viel weniger kostbar und dabei fast dasselbe in der Leistung, ist der Stuccolustro.

Die Stuccolustromasse besteht aus 2 Theilen Marmorstaub oder Alabasterstaub und einem Theil altgelöschtem, wohl durchgesiebtem Kalke. Hiermit wird der mit gewöhnlichem Kalkmörtel gemachte erste Abputz in der Dicke eines Messerrückens überzogen; auf diesem noch nassen Ueberzug, nachdem er vollkommen ausgeglichen, ist der Marmoranstrich mit Geschick aufzutragen und hiernach nochmals die Farbe mit einer Kelle von Stahl einzudrücken. Hierauf wird das Ganze mit dem sogenannten Politurwasser überstrichen. Dieses wird verfertigt, indem man zwei Theile weiße genuesische Seife mit Einem Theile Jungfernwachs mit Flußwasser so lange kochen läßt, bis sich Alles aufgelöst hat. Ist dieses Wasser nun aufgetragen, so glättet man, indem man regelmäßig die Kelle nach einer Richtung bewegt. Diese Procedur des Anstreichens und Polirens mit der Kelle wiederholt man drei- bis viermal bis die Masse den Anstrich nicht mehr annimmt, das Poliren mit der Kelle geschieht immer in einer die nächst vorherige kreuzenden Richtung. Ist alles trocken und völlig frei von Feuchtigkeit, so reibt man es mittelst eines wollenen Lappen und der Politurcomposition ab, welche aus Terpentin, Jungfernwachs und etwas Talg besteht, die man überm Feuer zusammenschmelzen läßt. Mit dieser Politur kann man auch alten Stuccolustro und Gypsmarmor aufpoliren. Sie läßt sich ebenwohl zum Poliren von Ornamenten und Gliederungen von Gyps und Stuck anwenden, die man jedoch zuvor mit schwachem Leimwasser tränken muß.

Man bereitet auch das Politurwasser aus Flußwasser (2 Quart), gelbem oder auch (bei weißen Arbeiten) weißem Wachs (6—8 Loth), leichter Seife (4 Loth) und weinsteinsaurem Ammoniak (Sal tartari) (2 Loth), indem man das Flußwasser stark kochen läßt, alsdann das in Stücke geschnittene Wachs und das gepulverte Sal tartari hinzusetzt, und so lange rührt, bis beides zergangen ist, dann bringt man die in Stücke geschnittene Seife hinein und läßt auch diese schmelzen.

Ebenso macht man auch die Politur zum Nachputzen aus Wachs (4 Loth), Sal tartari (1 Loth), die man gut durcheinander rührt und alsdann unter fortdauerndem Rühren etwas kochendes Flußwasser hinzusetzt, ebenso viel, daß die Masse beim Erkalten schmalzartig werde.

Das Ziehen der Gesimse mittelst Chablonen aus Cäment, Gyps oder Stuck ist eine Arbeit, worin sich die Geschicklichkeit der betreffenden Professionisten neuerdings sehr vervollkommnet hat. Besonders werden dergleichen jetzt aus den englischen Cämentarten (Portland-Cäment) mit außerordentlicher Präcision und Sauberkeit verfertigt.

Dazu gehört freilich vor Allem eine schöne und zweckmäßige Form der Gesimse selbst, die sich schon von selbst durch die Rückkehr der deutschen Bauschule zu der altgriechischen Ornamentirung ergibt. Die mechanische Arbeit der Anfertigung solcher Gesimse geschieht, indem man oberhalb und unterhalb des zu ziehenden Gesimses sorgfältig in dessen Richtung Richtscheite anschlägt, den Grund des Gesimses mit der dazu bestimmten Masse anwirft und nun längs der Richtscheite mit den Chablonen herfährt, so daß sich die Form des Gesimses im Rohen bildet und nach und nach, indem man von neuem feinere Masse anwirft und darüber mit der Chablone zieht, die reine Form zu Stand kommt. Die Chablonen selbst werden von einem feinen harten Holz ausgeschnitten und an den Kanten mit Eisenblech beschlagen und vollkommen scharf ausgefeilt, so daß beim Ziehen nur eine scharfe Kante das Gesimse berührt und von derselben ab die Chablone sich erweitert, deren Gestell übrigens auch so eingerichtet ist, daß es beim Fortgleiten an den Richtscheiten das Profil immer in gleicher Entfernung und rechtwinklichter Richtung zu dem Gebäude erhält.

Das Formen und Abgießen von Ornamenten mit Gyps oder Cäment ist sehr leicht und einfach, wenn dieselben nur flach erhaben ohne tiefer zurücktretende Stellen sind.

Man überstreicht den abzuformenden Gegenstand mit Seifenwasser, in welchem auf dem Feuer ein wenig Schweineschmalz zergangen ist, hierauf gießt man den Gyps, der die Form bilden soll, und diese ist, indem sie sich, sobald der Gyps erhärtet ist, leicht ablöst, fertig.

In dieser Form kann man nun deren Gegenstand sehr vielmal wieder abformen, man läßt die Form an einem warmen Ort trocknen, überstreicht sie dann noch erwärmt zart mit Leinölfirniß und läßt diesen trocken werden. Hiernach wird bei jedem Abguß die Form zuvor mit dem erwähnten Seifenwasser bestrichen und dann der Gyps hineingegossen, zuerst feinerer, dann zum Anhalt gröberer, der auch mit Sand gemischt sein kann.

Die Procedur ist aber etwas schwieriger, wenn die Ornamente hoch erhaben und selbst tief unterarbeitet sind: alsdann muß in den Vertiefungen Gyps so viel eingegossen werden, daß eben noch die Herausnahme einzelner dadurch gebildeter Formstücke keinen Widerstand findet, in diese Formstücke werden, wenn sie gegossen werden, an die hintere Seite Oehre von Draht versenkt, an welche man Bindfaden befestigt, die man durch die hinteren Formstücke mittelst gebohrter Löcher führt und sie daran durch ein Stückchen Holz festknebelt. Ist nun der Abguß gemacht und soll aus der Form genommen werden, so macht man die Knebel los und nimmt die Formstücke successiv heraus. Es ist eine weitläuftige, aber nicht schwere Arbeit, die leicht zu erlernen ist, wenn man solche einmal gesehen hat. Bei ganz runden, isolirten Verzierungen ist es zuweilen nöthig und vortheilhaft, solche in einzelnen Stücken zu formen und dann dieselben nach dem Abformen zusammenzusetzen.

Gesimse sowohl als Verzierungen von Cäment, Gyps oder einer anderen

Stuckmasse, die auswendig an Gebäuden angebracht werden, sollen ebenso wie ich oben von farbigen Verzierungen erwähnt habe, immer durch vorspringende Gebäudetheile oder Vertiefungen gegen den Einfluß der Witterung geschützt sein. Die horizontalen oder schrägen Gesimse müssen obenauf stark abgeschrägt sein oder, wie man es nennt, einen starken Wasserfall haben, der sodann mit verzinntem Blech, das unten und oben mit Oelfarbe angestrichen wird, in der Art gedeckt wird, daß die vorstehende äußere Kante desselben alles Regenwasser von dem Gesimse ableitet. Es ist besser, wenn auch beschwerlicher, solche Gesimse am Aeußeren und im Innern der Gebäude zu ziehen, bevor man tüncht und hernach die Tünchung zwischen den Gesimsen vorzunehmen, als wie die Gesimse auf die Tünche zu setzen, von der sie sich allzu leicht ablösen, wenn man auch den Grund rauh gemacht hat.

Siebenundneunzigstes Kapitel.

Glaserarbeiten.

Das Material der Glaser besteht in Glas, Blei, Messing und Kitt.

Das Glas zu guten Fenstern muß rein, gleichförmig, hinreichend stark und farblos sein.

Hinsichtlich der Dicke unterscheidet man einfachstarkes, $1\frac{1}{4}$ starkes, $1\frac{1}{2}$ starkes, $1\frac{3}{4}$ starkes und doppeltes Glas.

Da sich hölzerne Fenstersprossen nicht so lange im Wetter halten, wie metallne, so war ehemals sehr üblich, die Fensterscheiben in Blei zu fassen, sei es nun, daß man einfaches schmales Blei oder sogenanntes Karniesblei, in dessen Kern Eisendraht angebracht war, verwendete. Indessen hat man jetzt die Construction der hölzernen Sprossen soweit vervollkommnet, daß sie weniger vom Wetter leiden, dann werden die Scheiben, bei jetziger größerer Wohlfeilheit des Glases, größer gemacht und dadurch die Kreuzungen der Sprossen, die besonders deren Dauer hinderlich sind, meistentheils vermieden, so daß man jetzt fast allgemein nur hölzerne Sprossen, bei denen der Kittfalz stets auswendig sein muß, benutzt. Auch werden wohl der Eleganz wegen und deßhalb besonders an Kaufladen- und ähnlichen Fenstern, messingene Sprossen angewendet.

Die Scheiben von schrägen Dachfenstern und dergleichen Treibhausfenstern werden überschoben und zwar um so breiter, je flacher die Neigung des Fensters ist, in welchem Verhältnisse auch die Stärke des Glases zunehmen muß, so daß es beim flachsten Dache am stärksten ist, so daß die Ueberschiebung bei der flacheren Bedeckung, z. B. bei den Ananas-Treibhäusern nicht weniger als $1\frac{1}{2}$ Zoll beträgt, hiervon wird am besten nur das obere Drittheil der Breite von Innen verkittet, auf $\frac{2}{3}$ der Ueberschiebung aber das Glas der oberen und unteren Scheibe etwa $\frac{1}{4}$ Zoll von einander entfernt bleibt, so daß durch die Cohäsion desselben mit dem Glase kein Eindringen entstehen und der Kitt auch nicht von Wasser und Eise leiden kann.

Der Fensterkitt besteht aus Kreide und Leinölfirniß und ist eigentlich ein unvollkommnes Material, denn da es sich durch die Temperatur verschieden vom

Holz ausdehnt, so löset sich der Kitt schon nach wenigen Jahren vom Holz ab und muß dann erneuert werden.

Größere Glasflächen müssen durch Eisenstäbe, die man auf den Sprossen anbringt, gegen den Druck des Windes gesichert werden.

Neuerdings erhebt sich die Glaserprofession zu einer höheren Stufe, indem sie sich damit beschäftigt, farbige Verzierungen auf den Scheiben aufzutragen und darauf einzubrennen, auch Verzierungen auf sogenanntem Ueberfangglase, d. h. auf Glasflächen, die auf einer Seite mit einer farbigen Glasur überzogen sind, einzuschleifen; letzteres geschieht auf ähnliche Weise, wie das bekannte Anschleifen von Verzierungen an Trinkgeschirren; die farbige Verzierung setzt nur die Kenntniß der nöthigen Farbenstoffe voraus, die keineswegs, wie man irriger Weise glaubte, verloren gegangen ist, vielmehr in Kunckels Glasmacherkunst ausführlich gelehrt ist *).

Auch über das Verfahren beim Einbrennen ist in diesem Buche Auskunft gegeben.

Die Beimischung, welche den metallischen Farben, um sie zur Glasur zu bringen, gegeben wird, besteht aus Soda, reiner Kieselerde, Bleioxid und Zinnoxid, denen etwas Weinstein zugesetzt wird. Das Einbrennen hat bei kleinen Stücken keine wesentliche Schwierigkeiten, die aber bei größeren Tafeln darin liegen, daß solche sich leicht ziehen und werfen, auch springen und verderben: sie müssen daher verhältnißmäßig stärker sein.

Achtundneunzigstes Kapitel.

Kröperarbeiten.

Die Ofen mögen nun von Eisen oder gebranntem Thone, von Bronze oder Porcellan sein, so ist das System der Erwärmung durch dieselben sich gleich, wenn auch ihre Zusammensetzung der größten Manigfaltigkeit unterworfen ist. Ist der Stoff, woraus ein Ofen besteht, von größerer Wärmefassungsfähigkeit (Wärmecapacität), so wird er langsamer warm, aber auch langsamer kalt. Da nun die Erkaltung nicht allein an der äußeren Oberfläche, sondern auch an der inneren stattfindet, und zwar an der inneren in einem höheren Grade im Verhältniß zu der größeren Dicke des Körpers, des Ofens, und die inwendig ausströmende Wärme durch den Schornstein entweicht, so kostet ein dickerer Ofenkörper verhältnißmäßig immer mehr Brennmaterial, als ein dünnerer. Letzterer ist nur unbequem dadurch, daß er ein häufigeres Nachlegen von Brennmaterial, wenn auch von wenigem Brennmaterial nöthig macht.

Das Geschäft des Ofensetzers oder Kröpers besteht eigentlich nur im Setzen und Reinigen der Ofen, nicht in deren Erfindung; und beziehe ich mich hinsichtlich dieser letzteren auf die darüber gegebenen Grundregeln.

Der Ofensetzer bedient sich zum Zusammensetzen der Ofen eines wohl

*) Johannis Kunckelii Ars Vitraria Experimentalis. Amsterdam und Danzig, 1679; ein zwar seltenes, aber in guten Bibliotheken meistens noch aufzufindendes Buch.

durchgearbeiteten, aus Lehm und Kälberhaaren gemischten Kittes, mit dem er auch Ofen von gebranntem Thon inwendig überzieht.

Gewöhnlich werden die Ofen auswendig geschwärzt, wozu man Wasserblei, die sogenannte Eisenschwärze, nimmt, farbige Anstriche sind wenigstens auf den sehr heiß werdenden Theilen eiserner Oefen nicht haltbar und man hat keinen Stoff, wodurch man sie an den Ofen fixiren kann, da Leim und Oelfirnisse verbrennen und auch Wasserglas kein taugliches Substrat bildet.

Neunundneunzigstes Kapitel.

Tapeziererarbeit.

Die decorative Anordnung des Tapetenschmuckes gehört nicht in die architektonische Constructionslehre, sondern in die Verzierungskunst. Die Technik der Tapeziererarbeit ist die einfachste.

Seidene Tapeten werden auf einer Unterlage von ordinärer Leinwand, die auf Tapetenleisten befestigt ist, aufgespannt und festgenagelt.

Ebenso Tapeten von baumwollenen oder wollenen und anderen Zeugen.

Papiertapeten, die auf Tünche gezogen werden müssen, lösen sich leicht ab, wenn die Tünche vielleicht mehrmals angestrichen war, man muß daher den Anstrich mit Sandsteinen abschleifen und die abgeschliffenen Flächen mit Leimwasser anstreichen lassen.

Zum Aufkleben selbst bedient man sich am besten des gekochten Stärkemehles, welches aber nicht so alt werden darf, daß es in Gährung geräth, weil es alsdann den Farben der Tapeten schadet.

Hundertstes Kapitel.

Vergolderarbeit.

Man unterscheidet Vergoldungen im Feuer und Vergoldung auf nassem Wege. Die erstere geschieht mittelst eines Goldamalgama, welches auf das zu vergoldende Metall aufgetragen und alsdann im Feuer, wo das Quecksilber des Amalgama verdunstet, fixirt wird; diese Art der Vergoldung wird wohl bei besseren Thür- und Fensterbeschlägen, Inschriften u. d. gl. auf Messing angewendet, ist aber im Ganzen nicht so viel im Gebrauch, wie die Vergoldung auf nassem Wege, welche bei der bekannten so sehr großen Dehnbarkeit des Goldes mit nicht sehr großen Kosten zu bewerkstelligen ist.

Ein geschickter Goldschläger schlägt aus zwei Ducaten 500 Goldblätter, jedes Blatt $24\frac{1}{2}$ rheinländische Linie lang und breit, wobei noch $\frac{3}{4}$ Ducaten an Abschnitten übrig bleiben; es gibt also eigentlich Ein Ducaten 400 Gold-

blätter, die zusammen 1666 Quadratzoll oder 11 Quadratfuß 82 Quadratzoll Raum bedecken.

Man unterscheidet glänzende, matte und halbmatte Vergoldung.

Die glänzende Vergoldung wird auf einem feinen Anstrich von Kreide und Leim aufgetragen, welcher Anstrich mehrmals wiederholt und mit Bimsstein und Schachtelhalm abgeschliffen wird. Hierauf werden die Goldblätter aufgelegt und mit einem Achat polirt, die matte Vergoldung erhält keine Politur und wird vielmehr mit einem durchsichtigen Ueberzug, der sogenannten Mattirung, überstrichen.

Die halbmatte Vergoldung wird auf einem Anstrich von Leinölfirniß aufgelegt und erhält weder Politur, noch Mattirung, sie ist viel dauerhafter, als die auf Kreidegrund gemachte Vergoldung, da diese letztere durch die geringste Feuchtigkeit sehr leidet, während die Vergoldung auf Oelgrund zart abgewaschen werden kann, ohne zu leiden.

Bei dem Auflegen der Goldblätter müssen solche ganz scharf aneinander gelegt werden, so daß sie nicht übergreifen, weil die Stellen, wo dieselben doppelt lägen, heller wie der übrige Goldgrund werden würden.

Vergoldung mit Geschmack und einer gewissen Sparsamkeit angewendet, gereicht dem Aeußeren und Inneren zum größten Schmuck, hebt alle Farben und gibt dem Ganzen ein prächtiges Ansehen.

